خَرَائِطُ التّوْزيعَات

أسس وتطبيقات

تأليف

أ.م. شُكْر عَلي خَليل الصّالِحي



مَنْشورَات
جَامِعَة عُمَر المُخْتَار
البَيْضَاء
2022

اسم الكتاب : خرائط التوزيعات (أسس وتطبيقات)

اسم المؤلف : شكر علي خليل الصالحي

رقم الإيداع : 2018/200م

دار الكتب الوطنية بنغازي – ليبيا



منشورات

جامعة عمر المختار

البيضاء

الترقيم الدولي

ردمك ISBN 978-9959-79-102-3

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وَتَرَى الْجِبَالَ تَحْسَبُهَا جَامِدَةً وَهِيَ تَمُرُّ مَرَّ السَّحَابِ
صُنْعَ اللَّهِ الَّذِي أَتْقَنَ كُلَّ شَيْءٍ إِنَّهُ خَبِيرٌ بِمَا
تَفْعَلُونَ﴾



سورة النمل، الآية 88

الإهداء

إلى والدي ووالدتي ... رحمهما الله

إلى زوجتي ... زهرة الحياة

إلى أولادي ...

(الدكتور فهد، الدكتور فهمي، الدكتورة فيدان،

الدكتورة وجدان، وابن أخي / المهندس أحمد كريم)

أهدي هذا العمل المتواضع

أ.م. المهندس: شكر علي خليل

محتويات الكتاب

رقم الصفحة	الموضوع

الفصل الثاني

طرق تمثيل مظاهر السطح على الخرائط

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة

الفصل الثالث

طريقة التوزيع بخطوط التساوي أو الآيزوبلث

الفصل الرابع

طرق تمثيل مظاهر سطح الأرض

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة

فـهرس الجـــداول

الموضوع	رقم الصفحة

فـهرس الأشـــــكال

الموضوع	رقم الصفحة

الموضوع	رقم الصفحة

المقدمـــــــة

تُعد الخريطة من أهم أدوات الجغرافي، وهي اللغة التي يعبر بها عن أفكاره ويعرضها على الآخرين بشكل مفهوم ومعبر، فالنظر إلى رسم بياني أو إلى خريطة التوزيعات يستطيع أن يغني القارئ عن دراسة النصوص والأرقام التي تحتويها الجداول الإحصائية.

يستخدم المهتمون بعلم الخرائط وفروعها وسائل عديدة تساعدهم في تحقيق مآربهم مثل خرائط التوزيعات والرسوم البيانية المختلفة، علما بأن استخدام هذه الوسائل يرتبط بمعرفة طريقة إنشائها وصناعتها، وتُعد خرائط التوزيعات أكثر الوسائل التي يلجأ إليها المهتمون لأهميتها الخاصة في كونها الأداة التي يمكن من خلالها توزيع معظم المعلومات المكانية (الجغرافية).

وتشهد ساحة علم الخرائط تطورات سريعة ومتلاحقة في كل سنة بل حتى في كل يوم منسجمة مع التطورات التقنية والتكنولوجية في مختلف المجالات الاقتصادية والاجتماعية والثقافية ،بحيث أصبحت الخريطة أداة مصاحبة للإنسان في كل مكان بما في ذلك شبكة المعلومات العالمية وقد وصلت استخدامات الخريطة في الحياة اليومية للإنسان من خلال شبكة المعلومات العالمية بحيث يظهر موقع الإنسان المستخدم للهاتف النقال والانترنيت على خريطة العالم.

وتُعد خرائط التوزيعات من الفروع المهمة لعلم الخرائط التي شهدت هي الأخرى تقدما كبيرا في استخدام الرموز والمخططات البيانية وكذلك رموز الخط بدقة متناهية وذلك من خلال استخدام تقنيات الرسم في برمجيات أجهزة الحاسوب وذلك لتوفر الخطوط والألوان المختلفة والمتباينة، وتم تسخير جميع هذه الإمكانيات لتمثيل خصائص توزيع ظاهرة أو ظواهر

معينة في أية منطقة تمثيلا متميزا مثل خرائط توزيعات حقول إنتاج النفط (البترول) في دولة ما، وخرائط توزيعات المعادن وكذلك خرائط توزيعات البشرية سواءٌ أكانت سكانية لبيان الكثافة السكانية أو دينية أو ثقافية، علما بأن جميع هذه الخرائط مفيدة في تحليل مشكلات وإمكانيات المناطق.

يهدف هذا الكتاب إلى استعراض الجوانب الأساسية من مفهوم خرائط التوزيعات التي يجب أن يتعرف عليها المهتمون بهذا العلم، لما لها من دور متميز في المجالات الطبيعية والبشرية والوصفية والتطبيقية لمختلف العلوم، وقد تم استعراض جميع الفقرات بأسلوب سهل فهمه بعيدا عن التعقيد ويشمل كل الجوانب التي تتطلبها دراسة خرائط التوزيعات.

يتضمن الكتاب خمسة فصول متسلسلة في فقراتها ومترابطة فيما بينها، إذ يضم الفصل الأول تصنيفا شاملا لأنواع الخرائط بشكل عام واستعراض فروعها بشكل خاص، بينما يضم الفصل الثاني أهمية وأنواع خرائط التوزيعات والرموز المستخدمة في كل نوع. في حين شمل الكتاب في فصله الثالث طريقة التوزيع بخطوط التساوي (والآيزوبلث Isopleths) وخطوات رسم خطوط التساوي وأنواعها و فوائد خطوط التساوي (Advantage of Isopleths) وتطبيقاتها.

وتناول الفصل الرابع أنواع خرائط توزيعات خطوط التساوي و طريقة تمثيل سطح الأرض باستخدام جهاز (GPS) وطريقة رصد البيانات من هذه الأجهزة الحديثة وتطبيقاتها في رسم الخطوط الكنتورية. شبكة الإحداثيات (خطوط الطول ودوائر العرض) هي بمثابة الهيكل العظمي للخريطة كان لزاما علينا إعطاؤها شيئا من التفصيل في التوضيح وتحديد المواقع في أية نقطة على سطح الأرض.

وضم الفصل الخامس خرائط التوزيعات غير الكمية والرموز المستخدمة مثل رموز الموضع النقطي غير الكمية والرموز الهندسية (Geometrical Symbols) وكذلك الرموز التصويرية (Pictorial Symbols) ورموز الخط المختلفة.

في هذا المجال لا يسعني إلا أن أتقدم بالشكر والتقدير إلى كل من الأستاذ الدكتور **على تهامي إسماعيل** عضو هيئة تدريس في جامعة بنغازي – المرج، والدكتور **خالد بن عمور** عضو هيئة تدريس في جامعة عمر المختار وذلك لما أبدياه من توجيهات قيمة أسهمت في زيادة القيمة العلمية والعملية للكتاب، كما أشكر الأستاذ (**موسى احميدة**) لملاحظاته اللغوية القيمة، وأشكر الأستاذ الدكتور **فتحي المسماري** مدير مكتب التأليف والترجمة على توجيهاته وجهوده في تسهيل إنجاز الكتاب، كذلك نشكر **الأخ / عبد الكريم جاد الله عزوز، من المركز الدولي للحاسوب** على تنسيقه وإخراجه لهذا الكتاب.

وفي الختام أرجو من الباري عز وجل أن يوفق كل من أسهم أو يسهم في إثراء وتطوير العلم والمعرفة في كل المجالات ومنها الخرائط، وأن يوفقنا الله لما فيه الخير ويسدد خطانا على طريق العلم والمعرفة لخدمة البشرية جمعاء.

والله ولي التوفيق

أ. المهندس شكر علي خليل الصالحي
عضو هيئة تدريس بجامعة
عمر المختار
2013/10/01م

الفصـــل الأول

تصنيـــــف الخرائـــط Maps classification

المقدمة

لقـد بُـذلت جهـود كبـيرة لتصـنيف الخـرائط واسـتخداماتها الهائلـة، وتكمـن أهميـة التصنيف في القيمـة النفعيـة للخرائط مثـل الخـرائط الطبوغرافيـة والخـرائط الاقتصـادية والخـرائط التاريخية والخرائط الصناعية وغيرها من الخرائط، ومن أهم الأسس التي يقوم عليها تصنيف الخرائط:

أولا: التصنيف على أساس مقياس الرسم

لقـد استُخدم مقيـاس الرسم كأسـاس في تصـنيف الخـرائط أو كـدليل عنـد البحـث عـن ظـاهرة معينـة علـى موقـع مـا، ومـن المعـروف أنـه لـيس مـن السـهولة أن يكـون مقيـاس رسم الخريطـة صـحيحا في جميـع اتجاهـات الخريطـة، ويرجـع السـبب في ذلـك إلى التبـاين بـين سطح الورقـة المسـتوية وسـطح الأرض الكـروي لأنـه عنـد تمثيـل ظـاهرة أرضـية وهـي ليسـت مستوية ويراد تمثيلها على سطح ورقة مستوية يؤدي ذلك إلى ظهور أخطاء في مقياس رسم الخـرائط. وتقسـم الخـرائط إلى خـرائط ذات مقيـاس رسـم صـغير ومتوسـط وكبـير علـى النحـو التالي:

1- خرائط المقياس الصغير Maps of small scale

هــي الخــرائط الــتي تمثــل مســاحات كبــيرة جــدا، مثــل خريطــة العــالم المليونيــة (1 : 1000000، 1 : 10000000) والـتي لا يمكـن فيهـا إظهـار جميـع معـالم سـطح الأرض

على لوحة صغيرة مما يتطلب الاستغناء عن بعض التفاصيل لتجنب التداخل بين المعلومات (شكر علي خليل الصالحي، 2006: 213)، ومن أمثلتها تلك الخرائط التي تمثل القارات الكبيرة مثل قارة أفريقيا.

2- خرائط المقياس المتوسط Maps of medium scale

الخرائط الجدارية التي تستخدم غالبا ما تمثل جزءاً من قارة أو قُطرٍ من الأقطار تختص بموضوع واحد، مثل الخرائط المناخية، الإدارية، الطبيعية، السياسية وغيرها، مثل المقاييس (1 : 100000، 1 : 25000).

3- خرائط المقياس الكبير (الخرائط التفصيلية) Maps of large scale

إن الخرائط ذات المقاييس الكبيرة مثل(1 : 2500، 1 : 500)، هي الخرائط التي تمثل مساحة صغيرة ومحدودة لذا فهي تتضمن التفاصيل الدقيقة للمنطقة وبشكل واضح، ويستخدم هذا النوع من المقاييس في:

أ- الخرائط الكادسترائية Cadastral Maps

توضح هذا النوع من الخرائط مسارات الطرق وخطوط الكهرباء داخل المدينة الواحدة وحدود المباني ومواقع المدارس والمستشفيات (محمد محمد اسطيحة، 1974: 143).

ب- الخرائط الزراعية التفصيلية The detailed agricultural maps

تختص بإظهار التفاصيل الخاصة بالمساحات الزراعية والريفية، ويتم استخدام هذا النوع من الخرائط من قبل الجهات الحكومية عادة والتي تحدد ملكية العقارات وترقيم المباني.

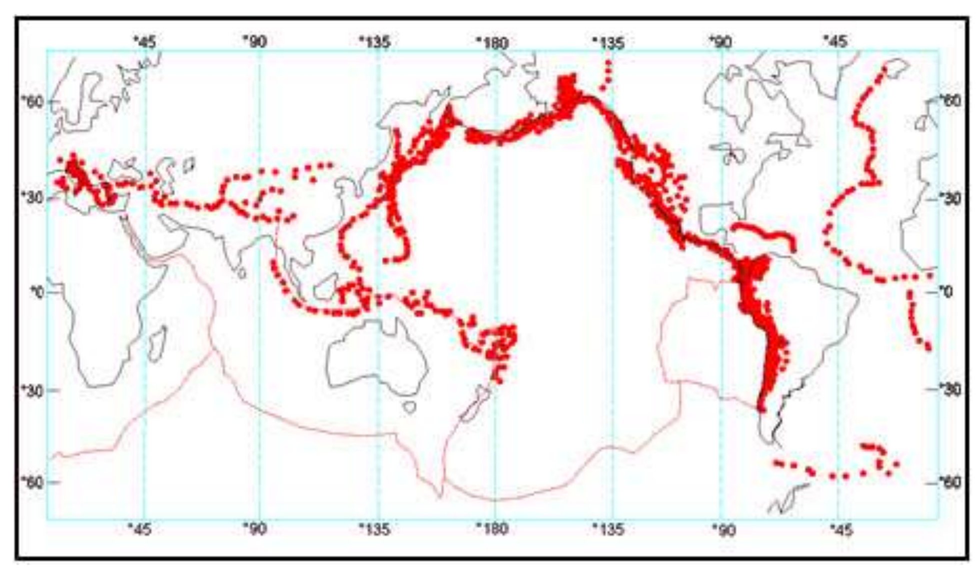
ثانيا: التصنيف على أساس النوع والكم

1- الخرائط النوعية

يقصد بالخرائط النوعية الخرائط التي توضح ظاهرة ما لبيان النوع، مثل خرائط النبات الطبيعي وخرائط توزيع اللغات وخرائط توزيع الديانات بالإضافة إلى خرائط التراكيب الجيولوجية وخرائط الثروة المعدنية وخرائط استخدام الأرض وغيرها كما هو موضح في الشكل (1).

2- الخرائط الكمية

هي التي تشتمل على أشكال ورموز خاصة بالمظاهر الطبيعية، وتستخدم في رسمها وتصميمها أساليب طرق التمثيل الرمزي للبيانات ذات المدلول الرقمي بحيث يتمكن القارئ من معرفة مقدار الظاهرة.



المصدر: (محمد يوسف حسن، وآخرون، 1990: 147)

شكل 1 يبين خريطة نوعية لتوزيع الزلازل الضحلة في العالم

تتوقـف القيمـة العلميـة للخـرائط الكميـة علـى حسـن اختيـار الرمـز مثـل الخـرائط الكنتورية التي توضح معالم سطح الأرض بطريقة كمية وكذلك خرائط المناخ وخطوط الضغط المتسـاوي والحـراري والمطـري، ومـن الخـرائط الكميـة الأخـرى، خـرائط توزيـع أعـداد وكثافـة السكان وخرائط النشاط الاقتصادي، وقد تحتوي الخرائط الكمية على الأعمدة البيانية.

ثالثا: تصنيف الخرائط على أساس ما توضحه من الظاهرات

شهدت طرق إعداد الخرائط تطورا كبيرا وبقفزات نوعية وكمية خلال القرن العشرين كسائر العلوم الأخرى، ومن إحدى العوامل التي أثرت وبشكل فاعل في هذا التطور، التقدم التكنولوجي واستحداث الأجهزة المتعددة الاستخدام، وعلى سبيل المثال جهاز (نظام تحديد المواقع Global Position System) المعروف باسم (GPS) والذي يمكن بواسطتها الحصول على الكثـير مـن المعلومـات والبيـانات الجغرافيـة، مثـل نظـام الإحـداثيات الجغرافيـة (خطـوط الطول ودوائر العرض)، مناسيب المواقع، شبكة الطرق بالإضافة إلى البيانات الجغرافية المهمة الأخرى وبفترة قياسية لا تتجاوز الدقائق، وهنالك العشرات بل المئات من الأجهزة الأخرى التي تتطور بشكل سريع وتساهم في تطوير صناعة الخرائط وتتنوع حسب طبيعة التخصصات المختلفة، علما بأن هذه الأنواع من الخرائط أو التقسيمات التي نحن بصددها هي في الواقع مترابطـة ومتداخلـة فيمـا بينهـا ولـذلك فـإن أي تقسـيم صـارم بينهـا أمـر نادر الحـدوث، (Robinson, A. H., 1960: 167).

ويمكن تقسيم الخرائط على أساس ما توضحه من ظاهرات إلى مجموعتين:

1- الخرائط البشرية Human Maps

وهي الخرائط التي تهتم بدراسة الإنسان ونشاطاته وتفاعله مع البيئة والسكان، وعلى سـبيل المثـال يـتم التعـرف علـى عـددهم وطبيعـة تـوزيعهم وكثـافتهم، ويشـتمل هـذا النـوع مـن

الخرائط على أنماط متنوعة من خرائط النقل، الري، الخدمات وخرائط استعمالات الأرض بالإضافة إلى خرائط التوزيعات الجغرافية التي تعتمد في رسمها على طرق التمثيل البياني، وبصورة عامة يمكن تقسيم الخرائط البشرية إلى الأنواع الآتية:

أ- خرائط السكان Population Maps

وتوضح خرائط السكان أهم الظاهرات البشرية المتغيرة وهي توزيع السكان (حسب البيانات الإحصائية)، من حيث الكثافة والعلاقة الارتباطية مع طبيعة البيئة السائدة للإقليم، ويعتبر هذا النوع من الخرائط أحد أنواع الخرائط الكمية كما هو موضح في الشكل (2).

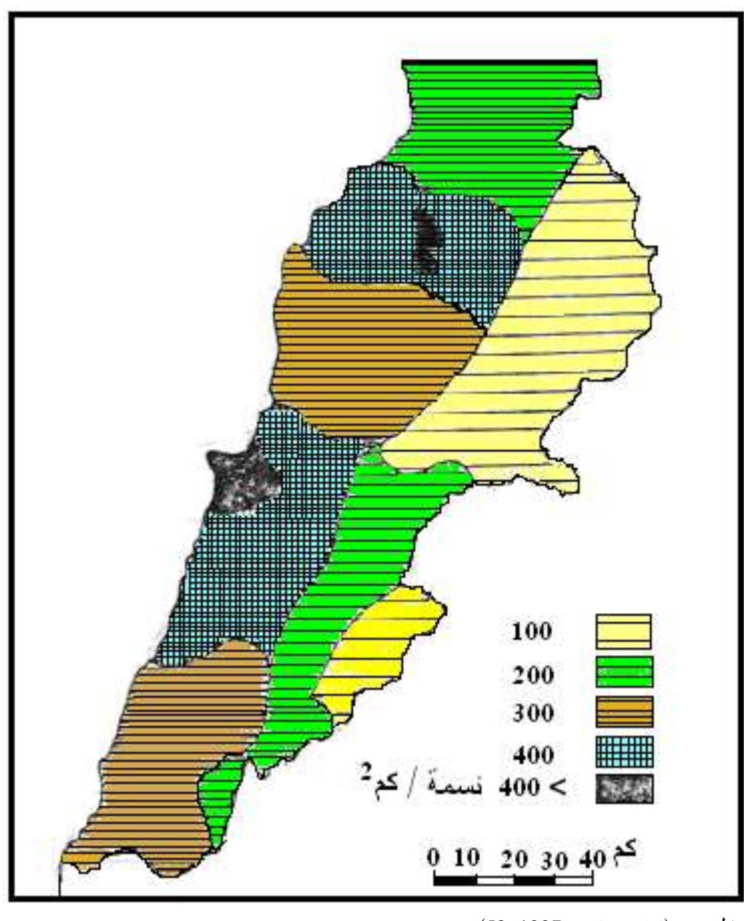
ب- الخرائط الاجتماعية Social Maps

يشتمل هذا النوع من الخرائط على خرائط توزيع الأجناس البشرية، خرائط توزيع العقائد الدينية، خرائط توزيع الأمراض السائدة، خرائط اللغة السائدة والتعليم، وخرائط نمو المدن وأنماط العمران.

ج- الخرائط الاقتصادية Economical Maps

يشتمل هذا النوع من الخرائط على مجموعة كبيرة من الخرائط التي توضح النشاط الاقتصادي من حيث الإنتاج الاقتصادي وأنواعه وطرق نقله، وتسويق البضائع، وللاهتمامات الوارد ذكرها تعد الخرائط الاقتصادية نوعا من أنواع خرائط التوزيعات.

وتعد الخرائط الصناعية والخرائط الزراعية (مثل خرائط نطاق القطن، خرائط نطاق الأرز وغيرها من الغلات الزراعية) ضمن نطاق الخرائط الاقتصادية، وأن تحديد نطاقات المحاصيل الزراعية يستوجب إجراء مسح زراعي شامل للإقليم لتوفير البيانات الإحصائية الزراعية الكافية لها. وعند إنشاء الخريطة الاقتصادية لابد من الاستعانة بخرائط استعمالات الأرض أو الاستعانة بخريطة التوزيعات الكمية، (فايز محمد العيسوي، 2011: 222).

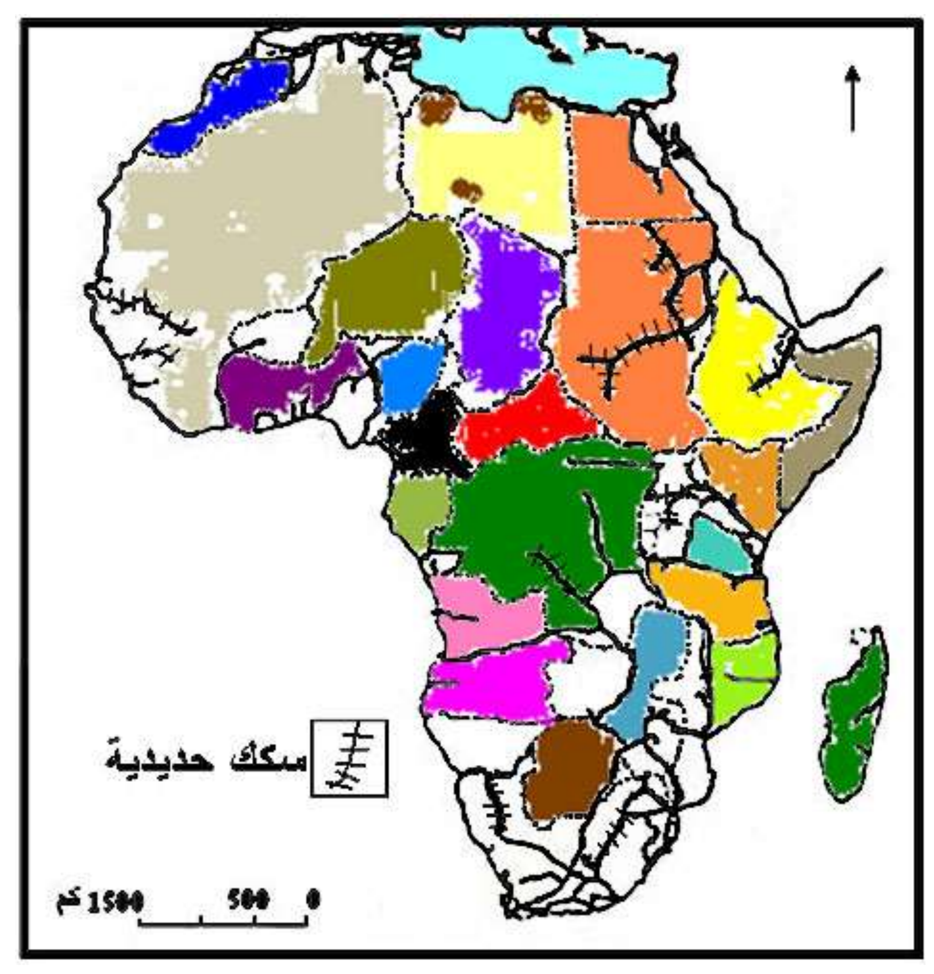


المصدر: (إبراهيم زيادي، 1997: 52).

شكل 2 يبين الكثافة السكانية في لبنان

د- خرائط النقل والمواصلات Transportation Maps

يوضح هذا النوع من الخرائط طرق النقل بأنواعها المختلفة، وتعد طرق النقل الشرايين التي تربط بين مراكز التجمع السكاني سواء أكانت الطرق البرية ومنها السكك الحديدية وكما هو موضح في الشكل (3)، أو البحرية أو الجوية.



المصدر: (إبراهيم زيادي، 1997: 45).

شكل 3 يبين شبكة السكك الحديدية في أفريقيا

وتوجد جهات حكومية وأهلية تقوم بتوفير تلك الخرائط التي ترسم عادة بمقياس رسم متوسط أو كبير، وتعد هذه الخرائط مهمة بالنسبة إلى شركات النقل ومكاتب السياحة والسياح ورجال الأعمال.

هـ- خرائط العمران Construction Maps

تعد الظواهر العمرانية نتاج تفاعل الإنسان مع البيئة المحيطة به، وأن المواقع العمرانية التي تظهر على الخرائط الطبوغرافية من مدن وقرى، هي من الظواهر الجغرافية البشرية المهمة.

تُظهر الخرائط العمرانية مراكز التجمع السكاني والمباني الحكومية والمدارس والمستشفيات ومواقع الترويح والسياحة.

و- الخرائط السياسية Political Maps

توضح تلك الخرائط الأقسام السياسية في العالم مثل الدول أو المناطق الإدارية أو السياسية داخل المحافظة الواحدة أو الإقليم الواحد أو الدولة الواحدة.

ز- الخرائط الجيوبولوتيكية Geopolitical Maps

تعد الخرائط الجيوبولوتيكية من الخرائط الخاصة والتي توضح المشاكل السياسية حول مناطق النفوذ أو الحدود، وبمعنى آخر تُبين الصراع حول منطقة ما من العالم من قبل كتلة سياسية معينة أو مجموعة من الكتل السياسية، أو بين دولتين مثل حدود إقليم كشمير المتنازع عليه بين الهند والباكستان.

2- الخرائط الطبيعية Physical Maps

وتشمل عدداً كبيراً من الخرائط ومنها:

أ- الخرائط الجيولوجية Geological Maps

هي عبارة عن ملخص بياني يوضح توزيع أنواع الصخور والتراكيب الجيولوجية بالإضافة إلى خرائط التاريخ الجيولوجي وغيرها، وعادة ما يتم توضيحها من خلال الخرائط الطبوغرافية التي تمثل معالم سطح الأرض.

تستخدم الخطوط الكنتورية على نطاق واسع في الخرائط الجيولوجية كما هو موضح في الشكل (4) وذلك لبيان:

1- الطبقات الصخرية المختلفة.

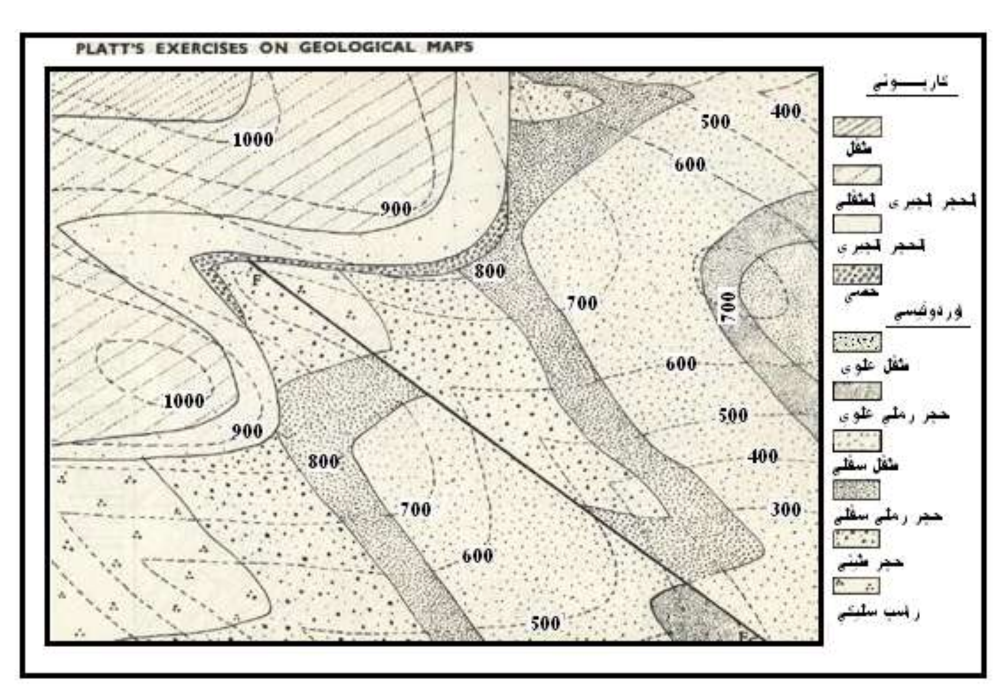
2- سمك وميل الطبقات الصخرية.

3- الدليل الجيولوجي في حفر الآبار المائية والنفطية.

4- التراكيب الجيولوجية مثل الطيات والصدوع.

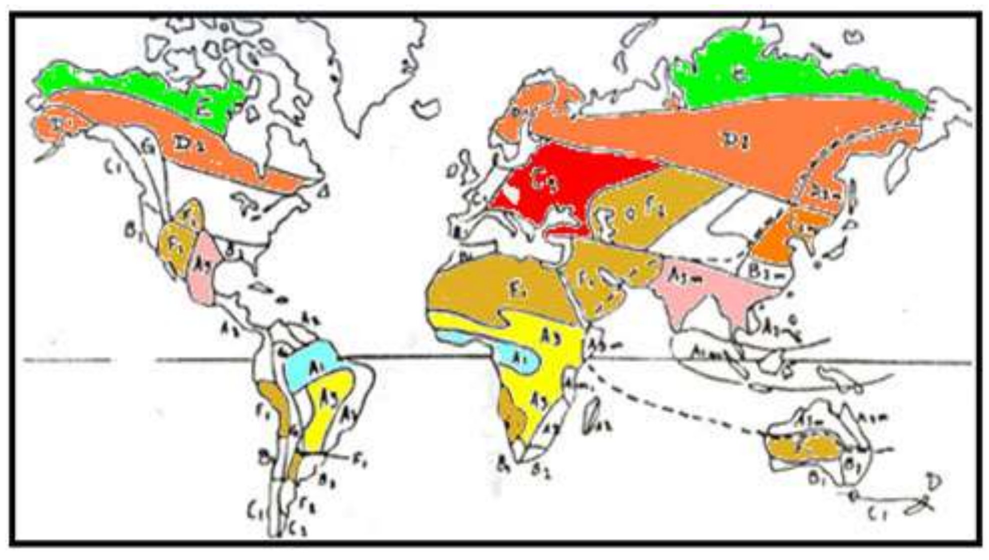
ب- خرائط الطقس والمناخ Climate Maps

تعد خرائط الأقاليم المناخية من أهم أنواع خرائط الطقس حيث يتم إعداد هذا النوع من الخرائط على أساس متوسطات درجة الحرارة، خطوط الضغط الجوي المتساوي وخطوط التساقط المتساوي وغيره وكما في الشكل (5).



المصدر: (John I. Platt, 1977: 15).

شكل 4 يوضح خريطة جيولوجية



المصدر: (إبراهيم زيادي، 1997: 37).

شكل 5 يبين الأقاليم المناخية في العالم حسب تقسيم اوستن ملر

ج- خرائط النبات الطبيعي Natural Plant Maps

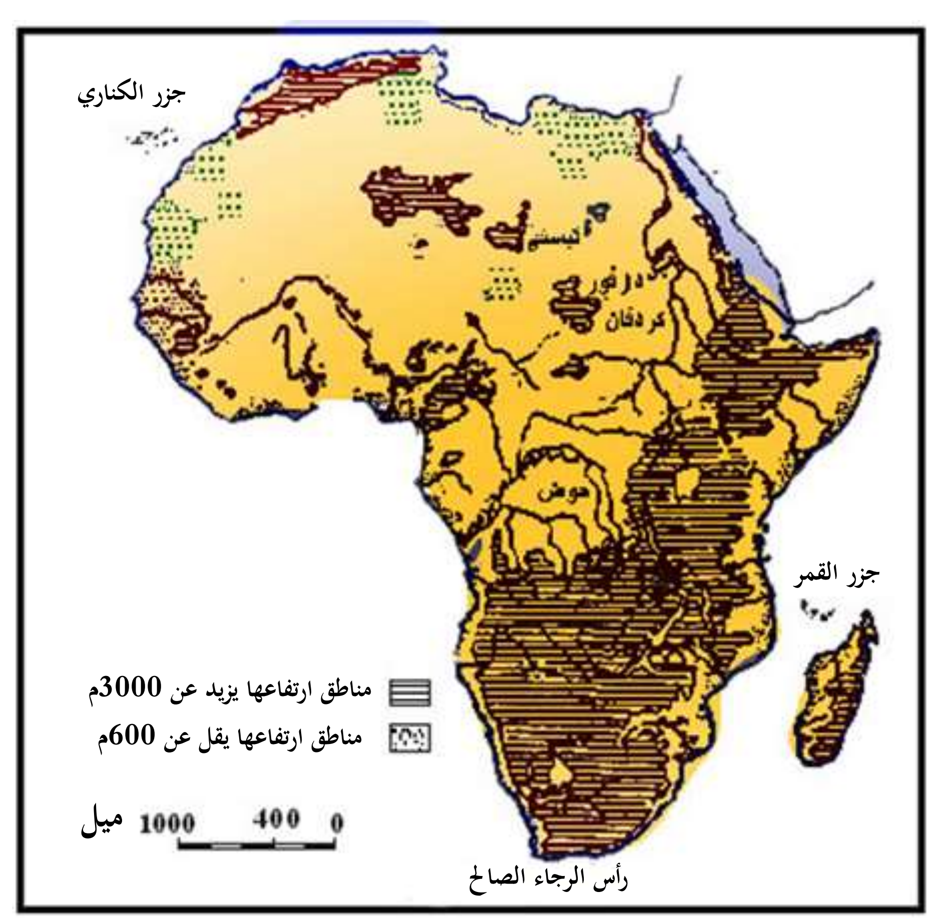
توضح تلك الخرائط توزيع أنواع النباتات الطبيعية على سطح الأرض حيث تختلف في كثافتها ونوعها من مكان إلى آخر ومن فصل إلى آخر تبعا لتنوع المناخ من حيث درجة الحرارة والأمطار ونوع التربة.

د- خرائط التربة Soil Maps

تستخدم تلك الخرائط في توضيح نوع التربة وطبيعة انتشارها في المنطقة التي تمثلها الخريطة وحسب تركيبها المعدني، مثل التربة الرملية والطينية والغرينية، أو لبيان سمك التربة أو آفاقها.

هـ- خرائط معالم سطح الأرض (الخرائط الطبوغرافية) Topographic maps

تفسر الخرائط الطبوغرافية تضاريس الأرض (Relief) أي الشكل الحقيقي لسطح الأرض الناتج عن التباين في الارتفاع والانحدار مثل الجبال، الهضاب، السهول، الوديان، الأنهار، البحيرات، المستنقعات، الأهوار، كما هو موضح في الشكل (6).



المصدر: (إبراهيم زيادي، 1997: 34).

شكل 6 يوضح خريطة مظاهر السطح في أفريقيا

رابعا – تصنيف الخرائط على أساس مسقط الخريطة

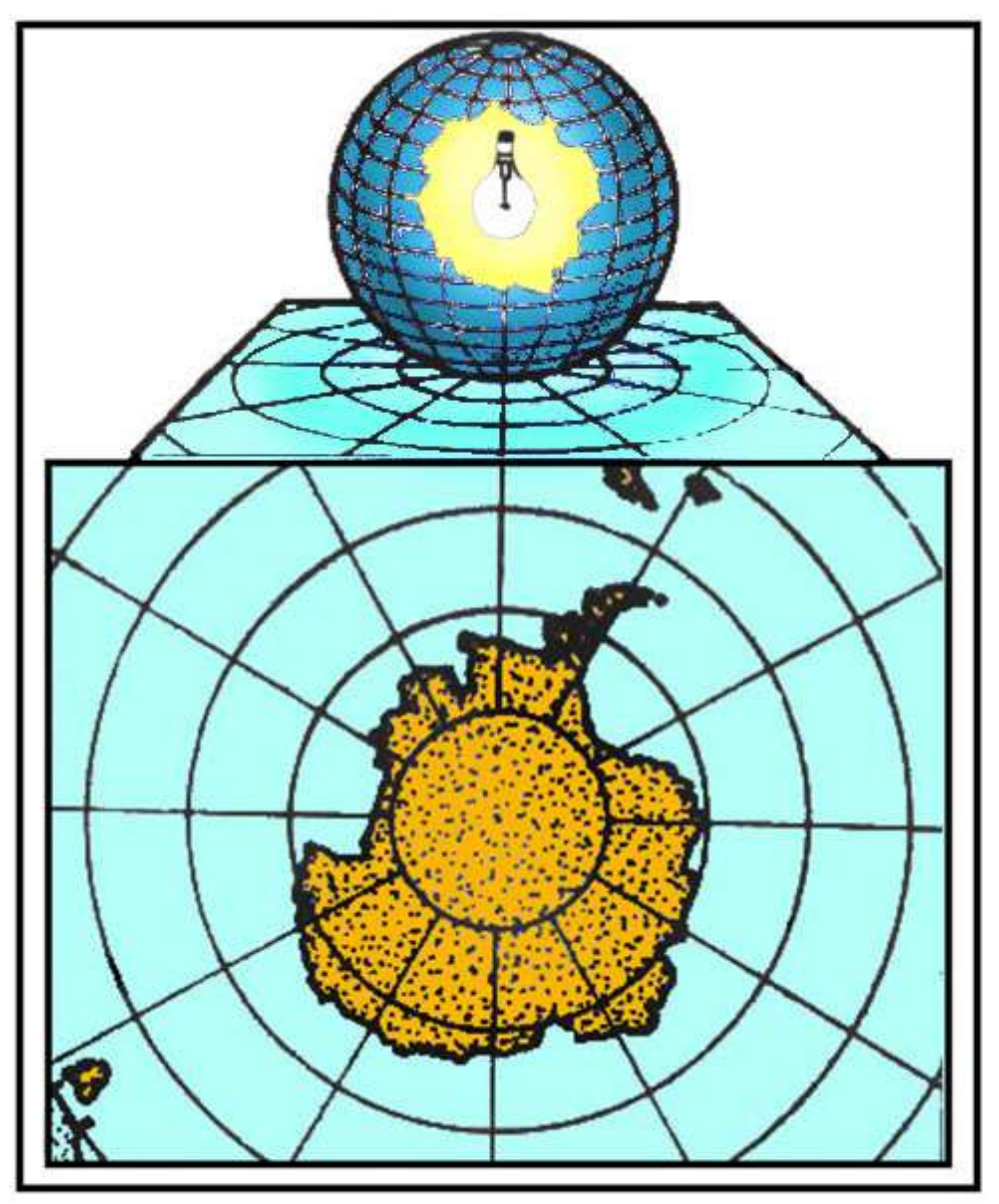
منذ أن عرف الإنسان أن الأرض كروية الشكل بدأ يفكر في مساقط الخرائط، وقد ابتكر مصممو الخرائط الكثير من المساقط إلا أن عددا قليلا منها قيد الاستخدام، ولابد أن نلفت نظر القارئ بأنه لا يوجد مسقط يمكن من خلاله تجنب التشويه في العلاقات المكانية في الخرائط إلا على نموذج الكرة الأرضية، (فتحي عبد العزيز أبو راضي، 1998: 224).

يمكن تعريف مفهوم مسقط الخريطة Map Projection بأنه الطريقة التي يتم بواسطتها تمثيل سطح الكرة الأرضية المنحني على سطح مستوٍ دون تشويه أو تحريف، والذي قد يتمثل في عناصر مهمة في الخريطة مثل المسافات والشكل والاتجاهات وكذلك المساحات، (فلاح شاكر أسود، 1984: 593).

إن تمثيل عناصر الخريطة على السطح المستوي لا يتم إلا بواسطة شبكة من خطوط الطول ودوائر العرض، إذن فمسقط الخريطة يساعد على إنشاء شبكة الإحداثيات والتي على أساسها ترسم الخريطة.

إن الفكرة الأساسية التي بنيت على أساسها مساقط الخرائط هي تصور الكرة الأرضية على شكل كرة زجاجية شفافة مرسوم عليها خطوط الطول ودوائر العرض وفي مركزها أو خارجها مصدر ضوئي وحسب نوع الإسقاط، ثم وضع ورق الرسم على الجزء المراد إسقاطه وكما يأتي:

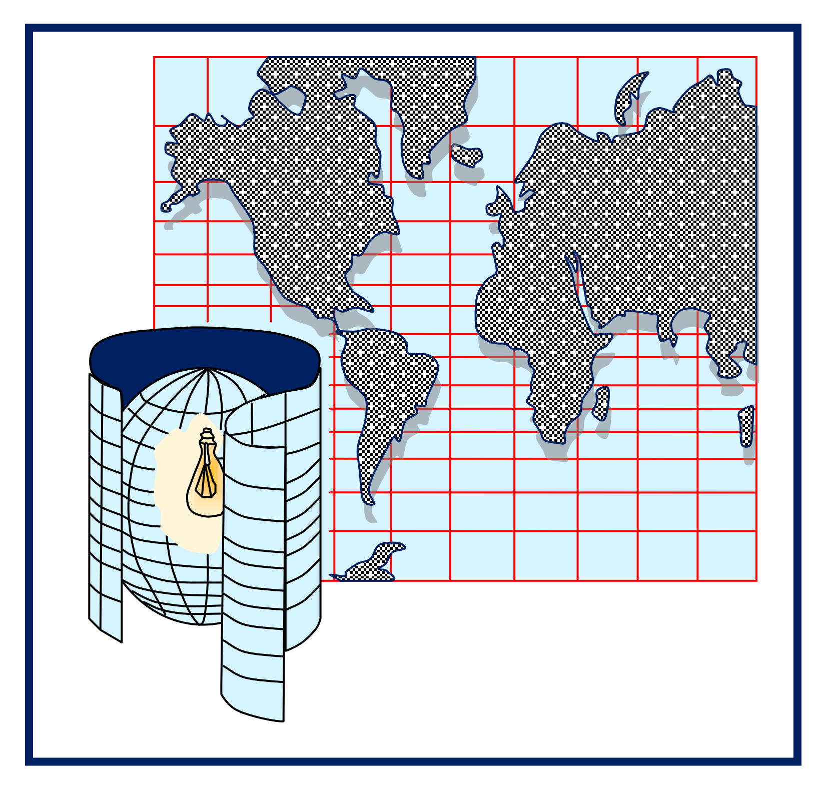
1- إذا كان المطلوب رسم المناطق القطبية يتم وضع ورق الرسم بحيث تمس الكرة الزجاجية في المناطق القريبة من القطب الشمالي أو الجنوبي، وذلك بجعل الإسقاط عبارة عن مستوٍ كما هو موضح في الشكل (7).



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 236).

شكل 7 مسقط مستوي منظور

2- إذا كان المطلوب رسم المناطق الاستوائية، يتم وضع ورق الرسم بحيث تمس الكرة الزجاجية في المناطق القريبة من دائرة الاستواء وذلك بجعل الإسقاط عبارة عن اسطوانة كما هو موضح في الشكل (8).



المصدر: (شكر علي خليل الصالحي، 2006: 227).

شكل 8 يوضح المسقط الأسطواني المنظور

3- إذا كان المطلوب رسم المناطق المحصورة بين دائرة الاستواء والقطب يتم وضع ورق الرسم بحيث تمس الكرة الزجاجية في المناطق المحصورة بين دائرة الاستواء

والقطب(أو جعل الورق على شكل مخروط)، وذلك بجعل الإسقاط عبارة عن مخروط كما هو موضح في الشكل (9).

أهداف المساقط

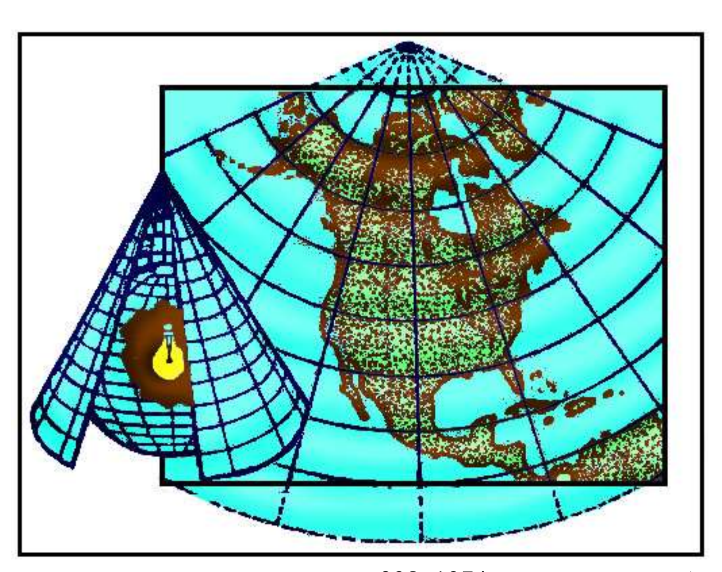
تهدف المساقط إلى تحقيق العناصر الخاصة الآتية:

1- الاتجاهات الصحيحة

لتحقيق الاتجاهات والانحرافات الصحيحة يفضل أن تكون دوائر العرض موازية لدائرة الاستواء وأن تكون الزوايا بين دوائر العرض وخطوط الطول قائمة.

2- الأبعاد (المسافات) الصحيحة

أن تظهر الأبعاد (المسافات) الممثلة على المساقط بنفس أبعادها الصحيحة حسب مقياس الرسم المستخدم.



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 238).

شكل 9 يبين المسقط المخروطي

3- المساحة الصحيحة

أن تظهر المساحات الممثلة على المساقط بنفس مساحاتها الصحيحة حسب مقياس الرسم المستخدم وخاصة في الخرائط التي تبين التوزيعات المكانية للظاهرة، (فتحي عبد العزيز أبو راضي، 1998: 224).

أنواع الخرائط حسب نوع الإسقاط

1- خرائط الاتجاهات الصحيحة

من أهداف بعض المساقط تحقيق شرط الاتجاهات الصحيحة ولهذا فإن الخرائط من هذا النوع ترسم على إحداثيات جغرافية لمساقط تحقق هذا الشرط، مثل المسقط المجسم ومسقط مركيتور كما هو موضح في الشكل (10).

وقد أنشئ مسقط مركيتور بالأساس من اجل مساعدة السفن على الملاحة البحرية ومن خصائصه:

أ- تقاطع خطوط الطول مع دوائر العرض بزوايا قائمة مما يحقق شرط الاتجاهات الصحيحة ويجعله مسقطا مهما في الملاحة البحرية والجوية.

ب- لا تكون المساحات متساوية في جميع أجزاءها، وتعد دائرة الاستواء هي دائرة العرض الوحيدة التي يمكن تطبيق مقياس الرسم عليها.

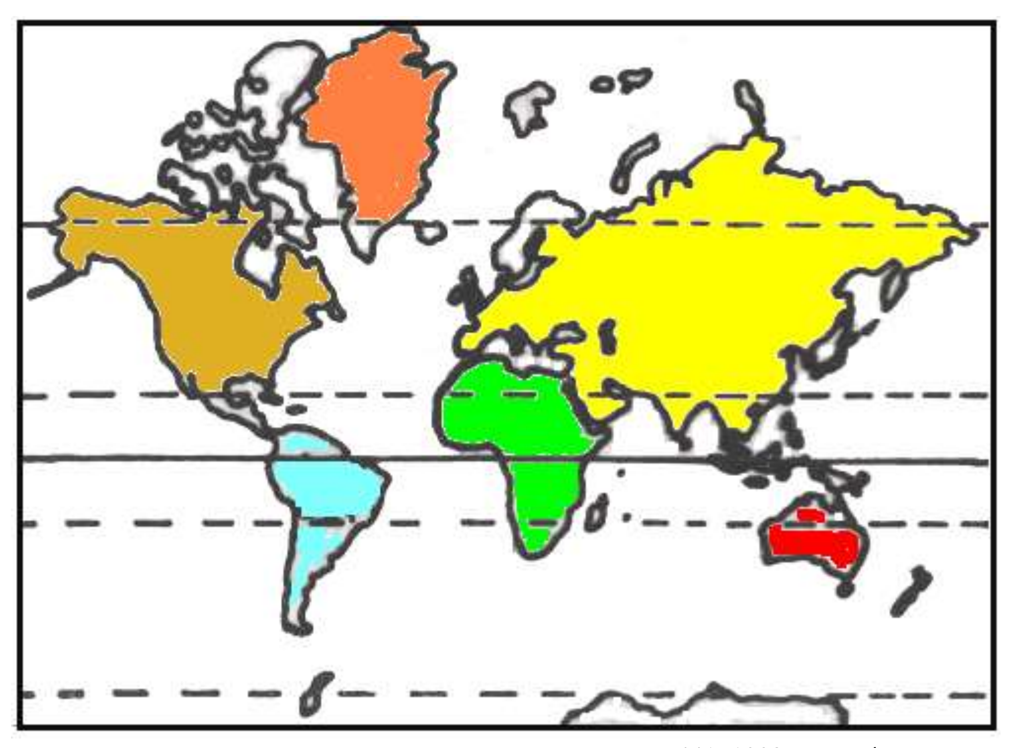
ج- فيما يتعلق بالأشكال تكون صحيحة وخاصة حول دائرة الاستواء، (فتحي عبد العزيز أبو راضي، 1998: 227).

ويعد هذا المسقط من أكثر المساقط شيوعا وذلك لاستخداماته الكثيرة في مجال الملاحة البحرية، والجوية، وخرائط الطقس وغيرها.

2- الخرائط التي تحقق تساوي الأبعاد (المسافات)

وهي الخرائط التي ترسم من مساقط منظورة أو معدلة بحيث تكون الأبعاد متساوية سواءً أكانت في جزء من الخريطة أو كلها حسب نوع المسقط، مثل المسقط المخروطي

بعرضين رئيسيين ومسقط سانسون– فلامستيد (Sansone- Flamsted)، كما هو موضح في الشكل (11).



المصدر: (جودت أحمد سعادة، 1992: 441).

شكل 10 يبين مسقط مركيتور

ومن خصائص مسقط سانسون – فلامستيد:

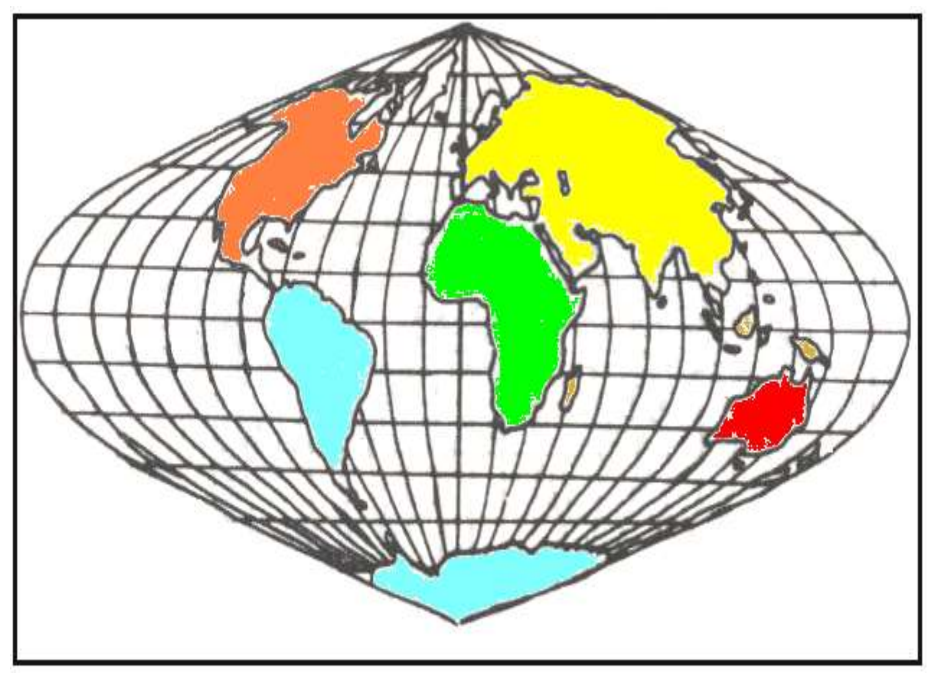
أ– يسمى أحيانا بالمسقط منحني الجيوب وترسم دوائر العرض فيه على شكل خطوط مستقيمة.

ب- الأبعاد بين دوائر العرض تكون متساوية ومع ذلك لا يمثل الشكل الصحيح في العروض العليا من الخريطة وفي أطرافها الغربية والشرقية.

ج- الزوايا بين خطوط الطول ودوائر العرض ليست قائمة إلا في نقطة تقاطع خط غرينتش مع دائرة الاستواء.

د- الخرائط التي تحقق خاصية تساوي المساحات

لعل من أهم أهداف استخدام المساقط هي خاصية تساوي المساحات لما لها من أهمية وخاصة في الخرائط التي تبين التوزيعات المكانية للظواهر الجغرافية، ومن المساقط التي تحقق هذه الخاصية:



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 250).

شكل 11 مسقط سانسون– فلامستيد

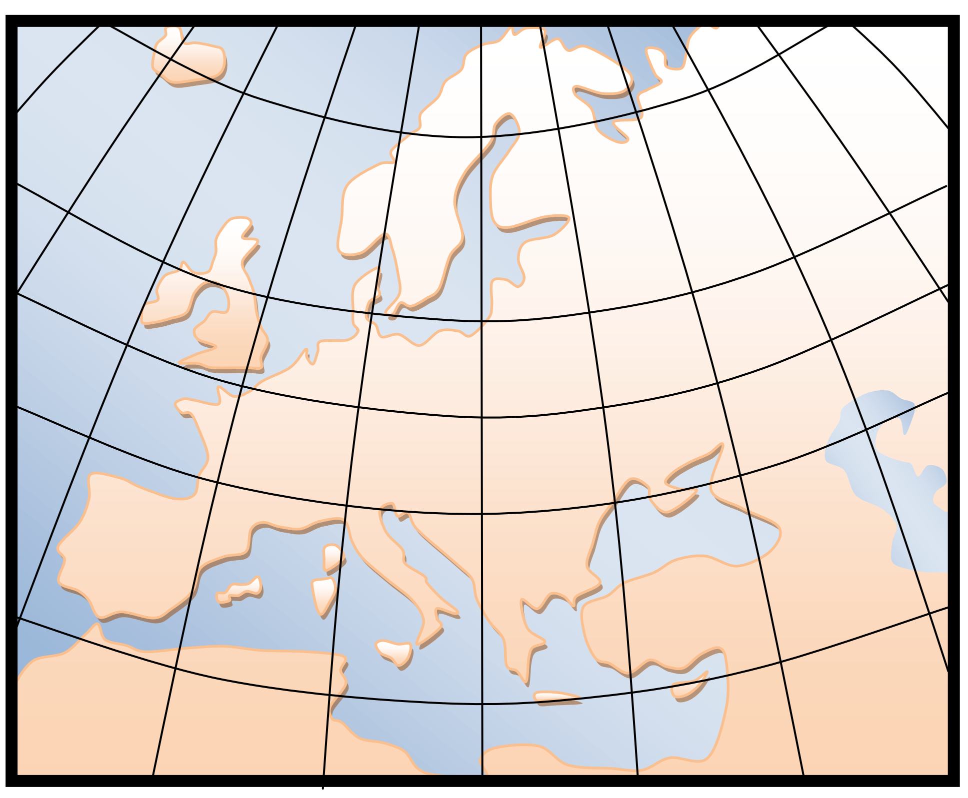
أ- المسقط الاسطواني متساوي المساحة.

ب- مسقط لامبرت(Lambert projection).

ج- مسقط البرز(Albers projection).

د- مسقط بون (Bonn projection).

وسوف يتم توضيح خصائص مسقط بون كما في الشكل (12) لأهميته في تحقيق شرط المساحات المتساوية وكما يأتي:



المصدر: (جودت أحمد سعادة، 1992: 448).

شكل 12 يوضح مسقط بون

1- يعرف باسم المسقط المخروطي المتساوي المساحات وهو مسقط مخروطي معدل.

2- الزوايا بين خطوط الطول ودوائر العرض ليست قائمة إلا عند خط الطول الأوسط فعليه لا يحقق شرط الاتجاهات.

3- لا يحقق شرط الشكل الصحيح إلا على خط الطول الأوسط، ويزداد التشويه كلما ابتعدنا عن الخط شرقا وغربا.

4- يستخدم في رسم الخرائط الطبوغرافية والقارات والأقطار المستطيلة الشكل مثل قارة أوربا واستراليا وكندا والصين.

مصادر الفصل الأول

1- شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، منشورات جامعةعمر المختار، البيضاء، ليبيا ، ص213 .

2- محمد محمد سطيحة (1974): الجغرافية العملية وقراءة الخرائط، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، ص143.

3- محمد يوسف حسن، عدنان باقر النقاش وآخرون (1990): أساسيات علم الجيولوجيا، مركز الكتب، عمان، الأردن، ص147.

4- Robinson, A.H. (1960): Elements of Cartography ,2nd Ed. New York, P167.

5- إبراهيم زيادي (1997): مبادئ الخرائط والمساحة، دار المعرفة الجامعية، ش قنال السويس، ص52 .

6- فايز محمد العيسوي (2011) : خرائط التوزيعات البشرية دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ص222.

7- إبراهيم زيادي (1997): مبادئ الخرائط والمساحة، نفس المصدر السابق، ص45 .

8- John I. Platt (1977): Elementary exercises upon maps, ThomasMurby publication of George Allen & Unwin, London, P15.

9- إبراهيم زيادي (1997): مبادئ الخرائط والمساحة، نفس المصدر السابق، ص37 .

10- إبراهيم زيادي (1997): مبادئ الخرائط والمساحة، نفس المصدر السابق، ص34 .

11- فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998): الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، دار النهضة العربية، بيروت، ص224 .

12- فلاح شاكر اسود (1984): الخرائط والرسم الجغرافي، مكتبة الفلاح، الكويت، ص[593].

13- محمد محمد سطيحة (1974): الجغرافية العملية وقراءة الخرائط، نفس المصدر السابق، ص[236].

14- شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، نفس المصدر السابق، ص[227].

15- محمد محمد سطيحة (1974): الجغرافية العملية وقراءة الخرائط، نفس المصدر السابق، ص[238].

16- فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998): الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، نفس المصدر السابق، ص[224].

17- فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998): الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، نفس المصدر السابق، ص[227].

18- جودت احمد سعادة (1992): تدريس مهارات الخرائط ونماذج الكرة الأرضية، دار الثقافة للنشر والتوزيع، القاهرة، مصر، ص[441].

19- محمد محمد سطيحة (1974): الجغرافية العملية وقراءة الخرائط، نفس المصدر السابق ، ص[250].

20- جودت احمد سعادة (1992): تدريس مهارات الخرائط ونماذج الكرة الأرضية، نفس المصدر السابق، ص[448].

الفصل الثاني
طرق إنشاء خرائط التوزيعات الكمية

مفهوم خرائط التوزيعات Distribution Maps

هي الخرائط التي تهتم بعرض أو توزيع ظاهرة محدودة أو موضوع معين وهي تختلف عن الخرائط العامة مثل خرائط الأطلس العام أو الخرائط الطبوغرافية من خصوصية العرض، وقد عرفت هذه الخرائط بأسماء متعددة ، مثل الخرائط الموضوعية (Thematic Maps) وخرائط الأغراض الخاصة (Special Purpose Maps) وخرائط العنصر الواحد (Single Factor Maps).

أهمية خرائط التوزيعات

تُعد الخريطة من أهم أدوات الجغرافي وهي اللغة التي يعبر بها عن أفكاره ويعرضها على الآخرين بشكل مفهوم ومعبر، بالنظر إلى رسم بياني أو إلى خريطة توزيعات تستطيع أن تغني القارئ عن دراسة النصوص والأرقام التي تحتويها الجداول الإحصائية ، ولذلك على الجغرافي أن يكون قادرا على اختيار الطريقة المناسبة التي بواسطتها يستطيع أن يمثل بها بياناته بالطرق المختلفة، (فايز محمد العيسوي، 2011: 23).

استخدامات خرائط التوزيعات

تستخدم خرائط التوزيعات لتحليل وتفسير أية ظاهرة على سطح الأرض بشرية كانت، مثل خرائط السكان وخرائط الاقتصادية والتاريخية، أو طبيعية مثل خرائط أنواع التربة وخرائط النبات وخرائط الرياح والتيارات البحرية، (فتحي عبد العزيز أبو راضي، 2008: 227).

أنواع خرائط التوزيعات

تتباين خرائط التوزيعات في أنواعها ، منها النوعي ومنها الكمي ولكل نوع رموزٌ دالة عليه وذلك كما يلي :

خرائط التوزيعات الكمية Quantitative maps

وتشتمل على الرموز المختلفة وطرق استخدامها في مختلف أنواع خرائط التوزيعات وفي ما يأتي طرق عرض الرموز واستخداماتها :

أولا : رموز الموضع الكمية

وتشمل:

1. طريقة التوزيع بالنقط،(فايز محمد العيسوي، 2011: 191).
2. طريقة التوزيع بالرموز الموضعية النسبية.

وتشمل:

أ- الدوائر النسبية.

ب- طريقة التوزيع المخططات البيانية.

1. طريقة المنحيات البيانية.
2. طريقة الأعمدة وأنواعها.

ج- طريقة التوزيع بالمربعات النسبية.

د- طريقة التوزيع بالمثلثات النسبية (Isopleths).

هـ- طريقة التوزيع بالمكعبات النسبية.

ثانيا : رموز الخط الحركية الكمية

وتتمثل في:

1. طريقة التوزيع بالخطوط الانسيابية في خرائط الحركة (Flow Lıne Maps).
2. طريقة التوزيع بالخطوط الكنتورية (Contour Lines).

ثالثا : رموز التظليل المساحي الكمية

وتحتوي هذه الرموز على:

1. طريقة التوزيع بالتظليل النسبي Choropleth.
2. طريقة التوزيع بالخطوط الكنتورية (Contour Lines).

ولكي نتمكن من إنشاء خريطة التوزيعات لابد من إيجاد خريطة أساس (Base Map) نستطيع من خلالها توزيع أية ظاهرة عليها.

خرائط التوزيعات النوعية (غير الكمية) Qualitative maps

وترسم خرائط التوزيعات النوعية للمقارنة بين الأنواع فقط دون النظر إلى الكميات حيث تستخدم فيها أنواع الرموز التالية والتي سيتم شرحها بالتفصيل لاحقا كلا حسب موقع الرمز:

أ- رموز الموضع

وتشمل:

1. رموز الموضع النقطي
2. الرموز الهندسية.
3. رموز الحروف الأبجدية.

ب- رموز الخط

وتشمل:

1. رمز الخط الدال على السكك الحديدية.

2. رمز الخط الدال على الطرق البرية.
3. رمز الخط الدال على التصريف النهري .
4. رمز الخط الدال على الحدود الإدارية الداخلية والحدود السياسية الدولية.

ج- رموز التظليل المساحي

1. تظليل مساحة محددة (كوروكروماتية Chorocromatic Maps).
2. تظليل مساحة محددة باستخدام الرموز التصويرية Chorocroschematic Maps.

خرائط التوزيعات الكمية Quantitative maps

يتم إنشاء هذا النوع من خرائط التوزيعات باستخدام الرموز التالية:

أولا : رموز الموضع الكمية

1. طريقة التوزيع بالنقط

وهي ابسط أنواع التوزيعات الموضعية ، وهي عملية تكرار رمز النقطة التي تكون منتظمة الحجم ومعلومة القيمة بحيث يمثل العدد الإجمالي للنقط المجموع الكلي للظاهرة المطلوبة تمثيلها على الخريطة ، وقبل الدخول في تفاصيل استخدام هذه الطريق لابد من معرفة الأمور التالية:

أ. استخدامات التوزيع بالنقط

تستخدم هذه الطريقة في تمثيل البيانات خاصة ما يتعلق:

1. بالعدد (توزيع السكان والثروة الحيوانية).
2. بالوزن (إنتاج المحاصيل بالطن أو القنطار).
3. بالحجم مثل اللتر أو المتر المكعب (م^3) أو القدم المكعب (قدم^3).
4. بالقيمة مثل قيمة الإنتاج بالدينار والدولار واليورو والعملات الأخرى.

ب. متطلبات رسم خريطة التوزيع بالنقط

1. أن تكون البيانات الخاصة بالظاهرة قيد التمثيل موزعة حسب الوحدات والأقسام الإدارية في المنطقة، (محمد محمد سطيحة، 1974: 161).
2. خريطة أساسية موضح عليها حدود الوحدات الإدارية التي تتكون منها المنطقة المراد دراستها.
3. استخدام خرائط الأساس ذات المقياس الكبير وذلك لتوضيح التوزيع بالنقط على الوحدات الإدارية الصغيرة.

أهم الخطوات الواجب إتباعها لرسم خريطة التوزيع بالنقط

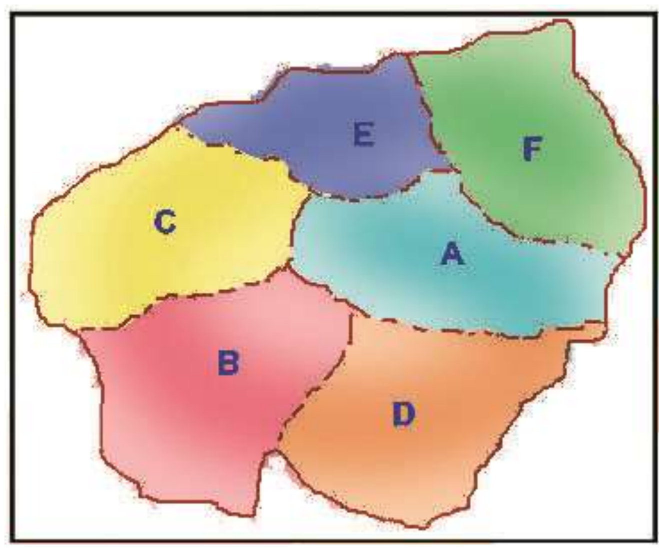
1. مراجعة الأرقام الإحصائية المطلوب تمثيلها جيدا.
2. اختيار قيمة حسابية مناسبة لتمثيل كل نقطة يتم رسمها وذلك على ضوء اصغر واكبر رقم في الإحصائية.
3. يتم اختيار مدلول رقمي للنقطة مناسبا للبيانات المراد تمثيلها.
4. يتم حساب عدد النقط الواجب رسمها لكل نقطة.

ويمكن شرح تفاصيل تصميم خريطة التوزيعات بالنقط من خلال المثال التالي:

مثـال: صمم خريطة توزيع السكان لمراكز المحافظات التالية بطريقة النقط.

الجدول 1 يبين عدد السكان في المدن الإدارية

المدينة	عدد السكان
A	280058
B	276526
C	245621
D	304562
E	145460
F	247350



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 161).

شكل 13 حدود مراكز المدن

الحل

لصعوبة تمثيل كل فرد بنقطة واحدة بسبب أعداد السكان الكبيرة واحتمال حدوث خطأ عند توزيع النقط نتبع الخطوات التالية:

1. نختار مدلولاً رقمياً مناسباً للبيانات المراد تمثيلها بالنقط وليكن (100 ، 1000، 10000، 100000) نسمة لكل نقطة، وفي هذا المثال فإننا نأخذ على سبيل المثال (1000)كمدلول رقمي.
2. يتم تقسيم عدد السكان في كل مركز لوحده على المدلول الرقمي وذلك لمعرفة عدد النقاط التي سنقوم بتوزيعها على مساحة كل مركز وكما يلي:

بالنسبة لمدينة $A = \frac{280058}{1000} = 280.058$ ويتم إهمال الكسور لأنها اقل من نصف ويكون عدد النقاط (280).

بالنسبة لمدينة $B = \frac{276526}{1000} = 276.526$ وهنا الكسور أكثر من النصف وبذلك نزيد الرقم بواحد ويكون عدد النقاط (277).

بالنسبة لمدينة $C = \frac{245621}{1000} = 245.621$ وهنا أيضا الكسور أكثر من النصف وبذلك نزيد الرقم بواحد ويكون عدد النقاط (246).

وبنفس الطريقة للمراكز الأخرى وبذلك يكون:

بالنسبة لمدينة D = 305 نقطة وبالنسبة لمدينة E = 145 نقطة

وبالنسبة لمدينة F = 247 نقطة.

أهم المشاكل التي تواجه عملية التوزيع بالنقط

1. مشكلة اختيار قيمة النقطة (المدلول الرقمي)، (محمد محمد سطيحة، 1974: 200).
2. حجم النقطة.
3. مشكلة توقيع النقطة في موقعها الصحيح.

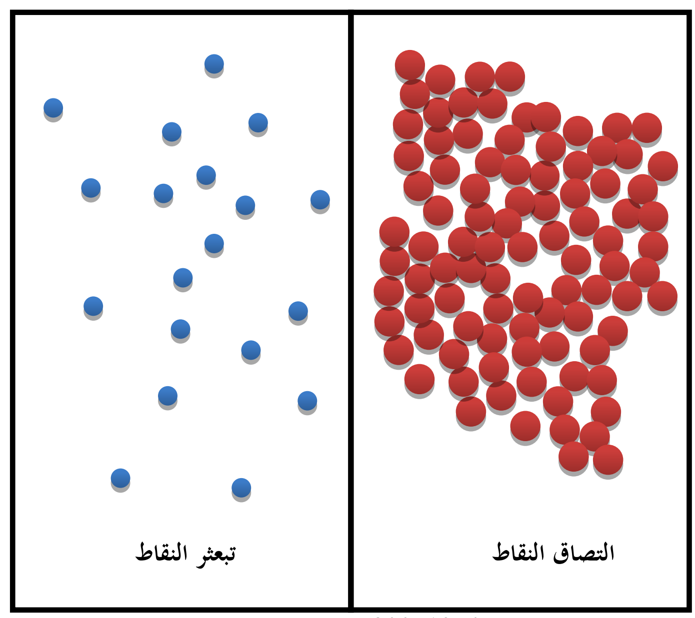
شروط عملية التوزيع بالنقط

1. يجب ألا يكون المدلول الرقمي كبيرا بحيث تكون النقطة مبعثرة وألا يكون المدلول الرقمي صغيرا جدا بحيث تزدحم بعض المناطق بالنقط وتبدو على شكل نقط ملتصقة.
2. يجب أن يتناسق حجم النقطة مع عدد النقط التي سيتم توزيعها على الخريطة وكذلك مع مقياس الرسم وطريقة الرسم.

3. يجب ألا يكون حجم النقطة صغيرا أو كبيرا جدا إلى الحد الذي يظهر التوزيع بشكل مشتت ويقلل من شأن أنماط التوزيع كما هو موضح في الشكل (14).

ولكي نتجنب التصاق النقاط أو تبعثرها في مساحة محدودة لابد من إيجاد نصف قطر النقطة المناسب في مساحة محددة من خريطة الأساس وذلك بتطبيق المعادلة التالية التي تعتمد على:

1. المساحة المحددة.
2. مقياس رسم خريطة الأساس.
3. المدلول الرقمي.



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 200).

شكل 14 حجم النقط والتوزيع

قانون إيجاد نصف قطر النقطة:

$$نق = \frac{2}{\sqrt{ع \times س^2 \times ط}}$$

نق = نصف قطر النقطة، د = مدلول النقطة بالهكتار، ع = عدد الهكتارات.

$س^2$ = مربع مقياس رسم الخريطة بالكيلومترات ، ط= 3.142857 أو 7/22.

مثـال

خريطـة مقيـاس رسمهـا 1 : 1000000 ومسـاحة المنطقـة (238 هكتـار) والمـدلول الرقمي (100 هكتار)، المطلوب إيجاد نصف قطر النقطة التي تمثل مائة هكتار.

الحـل

$$نق = \frac{د}{\sqrt{ع \times س^2 \times ط}}$$

$$نق = \frac{100}{\sqrt{238 \times 10^2 \times \frac{22}{7}}}$$

$\therefore$ نق = 0.036 سم = 0.36 ملم.

وهنالك طريقة أخرى لا مجال لذكرها هنا.

مشكلة توزيع النقط على خريطة الأساس

أما بالنسبة لمشكلة توقيع النقط في المكان الصحيح فإن لمقياس الرسم دورا كبيرا في تحديد موقع النقطة فمثلا بالنسبة للخرائط ذات المقياس الكبير (1 : 25000 ، 1 : 50000) فـان التوزيـع يكـون أوضـح وفي مكانهـا الصـحيح بينمـا في الخـرائط ذات المقيـاس الصـغير

(1 : 2000000) فان توزيع النقط يتطلب عناية خاصة عند التوقيع لكي يظهر نمط التوزيع بصورة واضحة وكما يلي:

أ- إذا كانت البيانات المطلوب تمثيلها محدودة ومنتشرة التوزيع عندها يمكننا تمثيل نقطة واحدة للوحدة الواحدة تمثل صورة حقيقية للواقع على خريطة مرسومة بمقياس صغير فمثلا يمكن تمثيل كل مستشفى بنقطة واحدة ويمكن توزيعها بدقة وذلك لأننا نعرف مكان كل مستشفى .

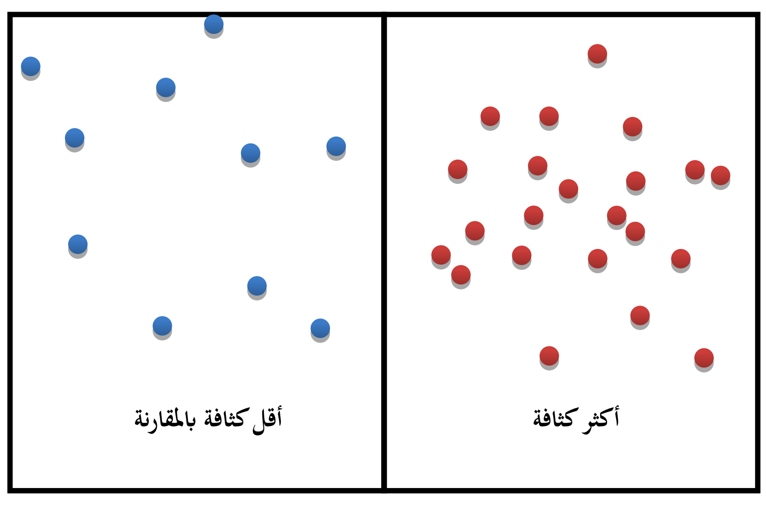
ب- إذا كانت البيانات المطلوب تمثيلها كبيرة ومتباينة التوزيع فيجب اختيار مدلول رقمي معين للنقطة، وهنا يتطلب معرفة موضع النقطة التي سوف تمثل كل منها عددا كبيرا ولإيجاد طريقة لحل هذه المشكلة يتم اختيار إحدى الطرق التالية:

1. إما أن يتم اختيار توزيع النقط داخل كل وحدة إدارية بشكل متساوي.
2. أو توزيع النقط داخل كل وحدة إدارية بشكل غير متساوي لكي تظهر الاختلافات المكانية الحقيقية في التوزيع. وتُعد هذه الطريقة أفضل طريقة ونتائجها أكثر واقعية.

نتائج استخدام طريقة التوزيع بالنقط

1. طريقة التوزيع بالنقط وإن تم توزيعها بدقة إلا أنها لا تُظهر انطباعا مرئيا صحيحا. لأنه إذا أحيط عدد معين من النقط بمساحة تكثر فيها عدد النقط فإن الأول يظهر بأقل كثافة كما في الشكل (15)، وإذا أحيط عدد معين من النقط بمساحة تقل فيها عدد النقط فيبدو الأول أكثر كثافة كما هو موضح في الشكل (15).

2. صعوبة نقل خريطة التوزيع بالنقط بطريقة الشف بينما تكون عملية النقل في خرائط التوزيعات الأخرى أسهل.



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 200).

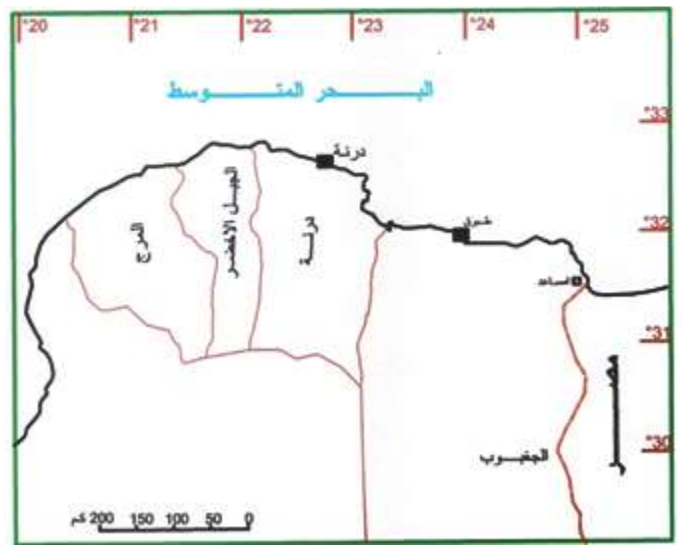
شكل 15 مقارنة المساحة وكمية النقط

3. يتعذر إجراء المقارنة بين خرائط التوزيع بالنقط كونها تمثل الكميات بشكل ضعيف.

مثـال: يبين الجدول التالي عدد الطلاب في المدارس الثانوية **(على سبيل المثال فقـط)** في مناطق المنطقة الشرقية من ليبيا (البطنان، درنة، الجبل الأخضر والمرج)، المطلوب تصميم خريطة التوزيعات تمثل عدد الطلبة في كل نطاق بطريقة النقط على خريطة الأساس (الشكل 16) التالي:

جدول 2 يبين عدد الطلاب في المدارس الثانوية

تسلسل	المدينة	عدد الطلاب
1	البطنان	1200
2	درنة	1500
3	الجبل الأخضر	3000
4	المرج	1300



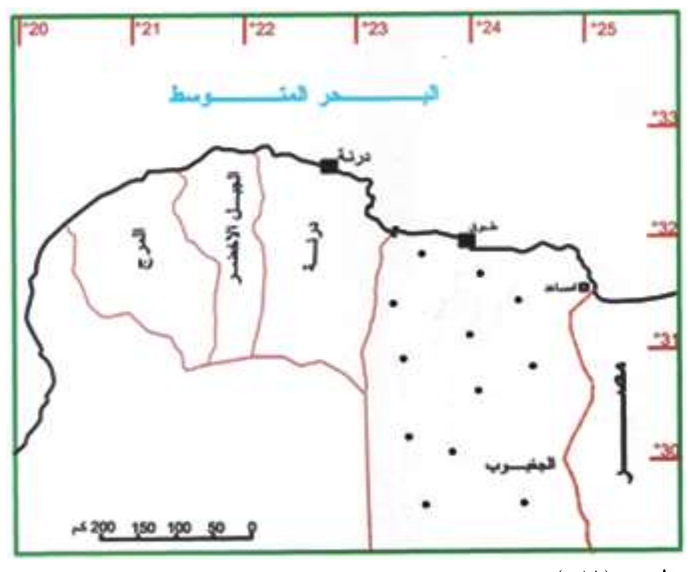
المصدر: (امانة التخطيط، مصلحة المساحة، 1978: 25).

شكل 16 خريطة الأساس

الحـل

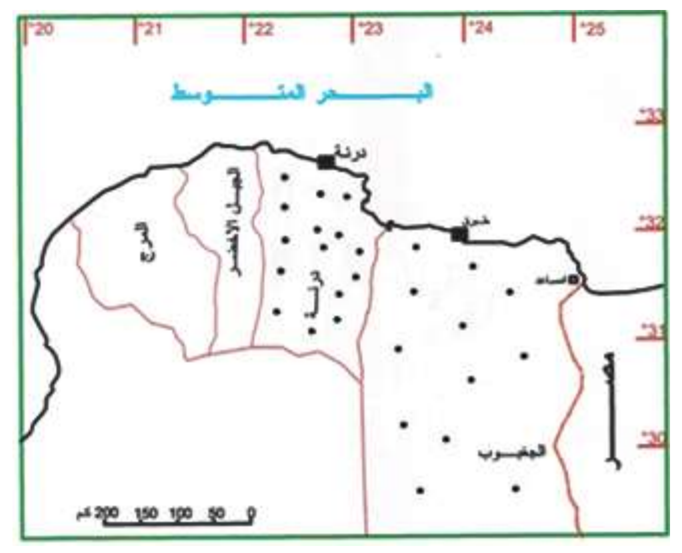
1. نختار المدلول الرقمي بحيث يمثل كل نقطة (100) طالب وطالبة مع اخذ بنظر الاعتبار أن يكون نصف القطر لكل نقطة متساوية.
2. بما أن أعداد الطلبة ليست كبيرة، لذا يمكن تقسيم العدد في كل نطاق على الرقم (100) دون تطبيق مبدأ أخذ الجذور التربيعية.

3. عدد النقط الواجب رسمها في نطاق البطنان = $\frac{1200}{100} = 12$ نقطة .
4. نرسم عدد (12) نقطة على خريطة الأساس كما في الشكل (17).
5. عدد النقط الواجب رسمها في نطاق درنة = $\frac{1500}{100} = 15$ نقطة كما في الشكل (18).
6. عدد النقط الواجب رسمها في نطاق الجبل الأخضر = $\frac{3000}{100} = 30$ نقطة كما في الشكل (19).
7. عدد النقط الواجب رسمها في نطاق المرج = $\frac{1300}{100} = 13$ نقطة كما في الشكل (20).



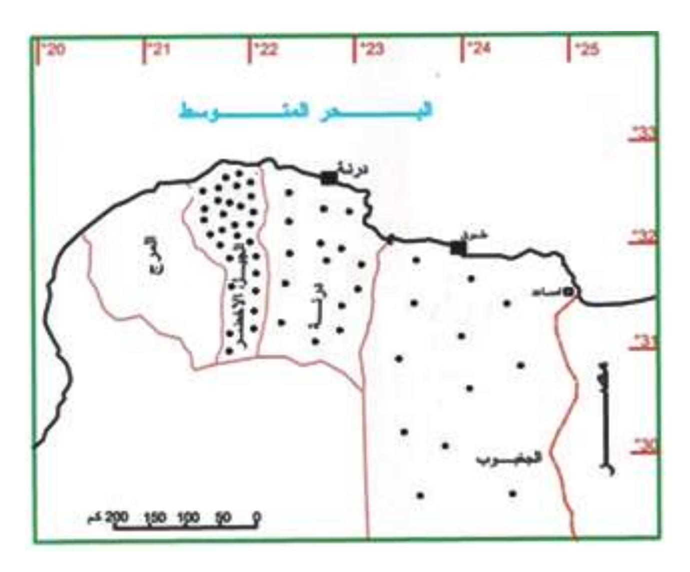
المصدر: (المؤلف).

شكل 17 توزيع رموز الموضع الكمية النقطية في نطاق البطنان



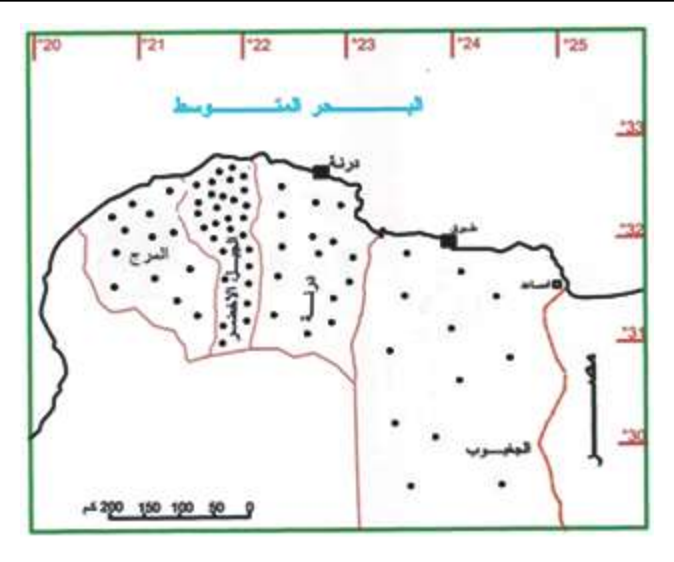
المصدر: (المؤلف).

شكل 18 توزيع رموز الموضع النقطية في نطاق البطنان ودرنة



المصدر: (المؤلف).

شكل 19 توزيع رموز الموضع النقطية في نطاق البطنان ودرنة و الجبل الأخضر والمرج



المصدر: (المؤلف).

شكل 20 توزيع رموز الموضع النقطية في نطاق البطنان ودرنة و الجبل الأخضر و المرج

2. طريقة التوزيع بالرموز النسبية الموضعية

تستخدم هذه الرموز لإظهار التنوع الكبير في البيانات الجغرافية وتمثيلها من النواحي الكمية والمكانية. ويمكن تعريف الرموز النسبية الموضعية بأنها الرموز التي تتغير مساحتها وحجمها تغيرا نسبيا حسب مقدار الظاهرة التي تمثلها في المواقع المختلفة من الخرائط كاستخدام الأشكال التالية:

أ. الدوائر، ب. المربعات، ت. المثلثات، ث. الأعمدة، ج. الكرات، د. المكعبات وتتضمن هذه الرموز أبعادا متباينة (الطول والعرض والارتفاع) مثل:

1. ذات البعد الواحد مثل الأعمدة.
2. ذات البعدين مثل(الدوائر والمربعات والمثلثات).
3. ثلاثة أبعاد مثل (المكعبات والكرات).

وفيما يلي شرح مفصل لقسم من هذه الرموز من حيث طرق إنشائها واستخداماتها وكما يمكن ملاحظة الدوائر النسبية في الشكل (21):

أ- طريقة التوزيع بالدوائر النسبية

تستخدم هذه الطريقة لبيان ومقارنة ظاهرتين أو أكثر أو مقارنة ظاهرة واحدة بنوعياتها خلال فترات زمنية متفاوتة وذلك لتمثيل الكميات الجغرافية عندما يكون المجموع العددي أكثر أهمية من تفاصيل الموضع، أو لتمثيل البيانات التي يكون فيها تفاوت كبير بين أقسامها بحيث لا يمكن تمثيلها بالأعمدة البيانات النسبية بسبب دخول البعد الثاني (المساحة) في عملية الحساب بدلا من البعد الواحد مثل (الطول).

ولكي نتمكن من إظهار التفاوت بين المجموع الكمي لقيم الظاهرة نفسها أو إظهار التفاوت بين ظاهرة وأخرى نقوم برسم دوائر ذات أقطار متساوية وبشرط تساوي المجموع الكمي لكل ظاهرة، فمثلا إذا كانت الظاهرة هي المدارس عندها يتم اخذ نسبة المدارس الابتدائية في المنطقة قياسا بالمدارس الثانوية مثلا بحيث يكون المجموع الكمي لكلا النوعين (100%)، كما في المثال التالي.

مثال

إذا كانت نسبة المدارس الابتدائية في مدينة (أ) هي(70%) ونسبة المدارس الثانوية (30%) وبذلك يكون المجموع الكمي في المدينة (100%) وكذلك إذا كانت نسبة المدارس الابتدائية في مدينة (ب) هي (20%) ونسبة المدارس الثانوية (80%) فيكون المجموع الكمي أيضا(100%).

رسم الدوائر النسبية

تتناسب مساحة الدائرة كما هو معلوم مع مربع نصف قطرها لان(مساحة الدائرة= نق^2 x ط) حيث نق هو نصف القطر و(ط) النسبة الثابتة للدائرة والتي تساوي ($\frac{22}{7}$ أو = 3.1428)، ولاستخراج أنصاف الأقطار للدوائر بمعرفة مساحة الدائرة يتم اخذ الجذر التربيعي لنصف القطر،ولذلك عند رسم الدوائر البيانية يجب اخذ الجذر التربيعي للقيم الكلية التي تمثلها.

طرق إنشاء الدوائر النسبية

توجد طريقتان لإنشاء الدوائر وهما:

1. الطريقة الرياضية، 2. الطريقة الحديثة (طريقة جيمس فلانري).

الطريقة الرياضية

تعتمد هذه الطريقة على أساس مساحة الدائرة أي أن:

∵ مساحة الدائرة = نق^2 × ط حيث:

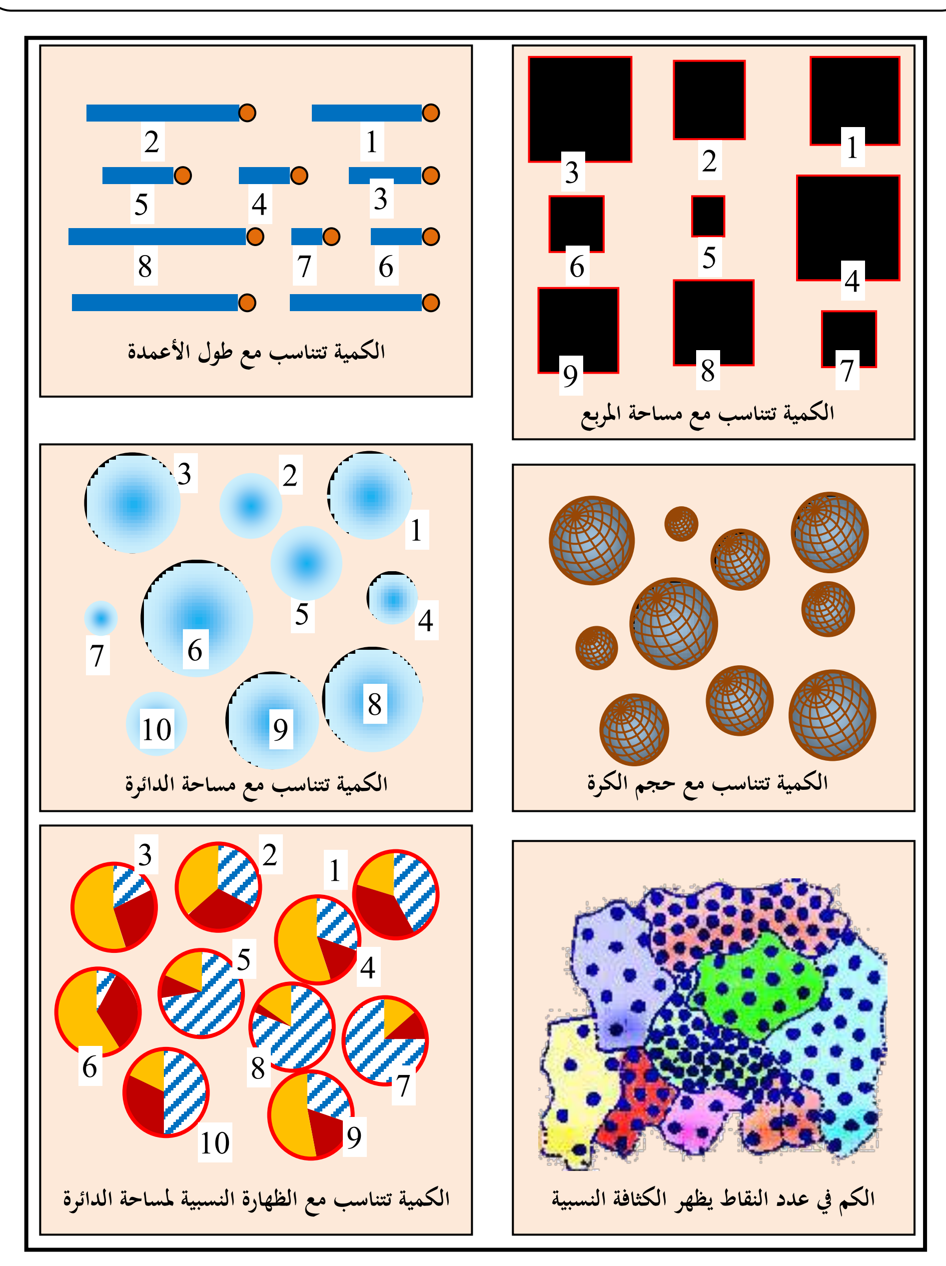
نق^2 = مربع نصف القطر

ط = النسبة الثابتة = $\frac{22}{7}$ = 3.1428 علما بأن النسبة الثابتة هي النسبة بين طول محيط أية دائرة وطول قطرها.

ويمكن حساب مساحة الدائرة بمعرفة نصف قطرها فقط وكما يلي:

مثال 1

أوجد مساحة الدائرة التي نصف قطرها يساوي (3سم).



المصدر: (فتحي عبدالعزيز أبو راضي، 1998: 241).

شكل 21 أنواع الرموز الموضعية

الحــل

∵ مساحة الدائرة = نق^2 x ط

∴ مساحة الدائرة = $3^2 \times \frac{22}{7}$ = 9×3.1428

∴ مساحة الدائرة = 28 سم^2

ويمكـن مـن خـلال نفـس قـانون مسـاحة الـدائرة إيجـاد نصـف قطـر الـدائرة بمعلومـة مساحتها.

مثــال

أوجد نصف قطر الدائرة التي مساحتها (28سم^2).

الحــل

∵ مساحة الدائرة = نق^2 x ط

∴ نق^2 = $\frac{\text{مساحة الدائرة}}{\text{ط}}$ = $\frac{28}{\frac{22}{7}}$

∴ نق^2 = $\frac{28}{3.1428}$ = 9سم^2

∴ نق = $\sqrt{9}$ = 3سم

ويبين المثال الثاني الطريقة الأساسية لرسم الدوائر النسبية في خريطة التوزيعات التي توضح بيانات الظاهرات قيد التمثيل. ويمكن ملاحظة أننا نستطيع اعتبار قيمة أو مقدار الظاهرة كمربع لنصف القطر إذا ما أهملنا النسبة الثابتة لأنها ثابتة ولا تتغير ، وإذا تم اخذ الجذر التربيعي للقيمة كأننا نأخذ الجذر التربيعي لـ (نق^2) وبذلك نحصل على نق.

ويمكن أن نفهم من الفقرة أعلاه بأننا عند اخذ الجذور التربيعية لنفس كمية الظاهرة نحصل على (نق) الدائرة التي سيتم رسمها ، ثم يتم اختيار قيمة أساسية(سم أو ملم)، وبهذا نكون قد حصلنا على أنصاف أقطار الدوائر التي نحن بصدد رسمها.

مثــال: عدد سكان مدينة (أ) هو (1000000 نسمة) ، بينما عدد سكان مدينة (ب) هو (4000000 نسمة) ، المطلوب إيجاد نصف قطر الدائرة الأولى والثانية التي تمثل مدينتي (أ، ب).

الحــل

∵ نصف قطر الدائرة التي تمثل مدينة (أ) = $\sqrt{\mathbf{1000000}}$ = 1000

∵ نصف قطر الدائرة التي تمثل مدينة (ب) = $\sqrt{\mathbf{4000000}}$ = 2000

∵ مقدار الجذر التربيعي للمدينتين كبير ولا يمكن تمثيلها.

∴ نختار قيمة أساسية يمكن تمثيلها فمثلا :

نفرض أن (20 ملم أي 2 سم) يمثل 1000 للمدينة (أ).

وبطريقة التناسب يمكن الحصول على القيمة الأساسية التي تمثل المدينة (ب) وكما يلي:

طريقة التناسب20 ملم يمثل 1000

س يمثل 2000

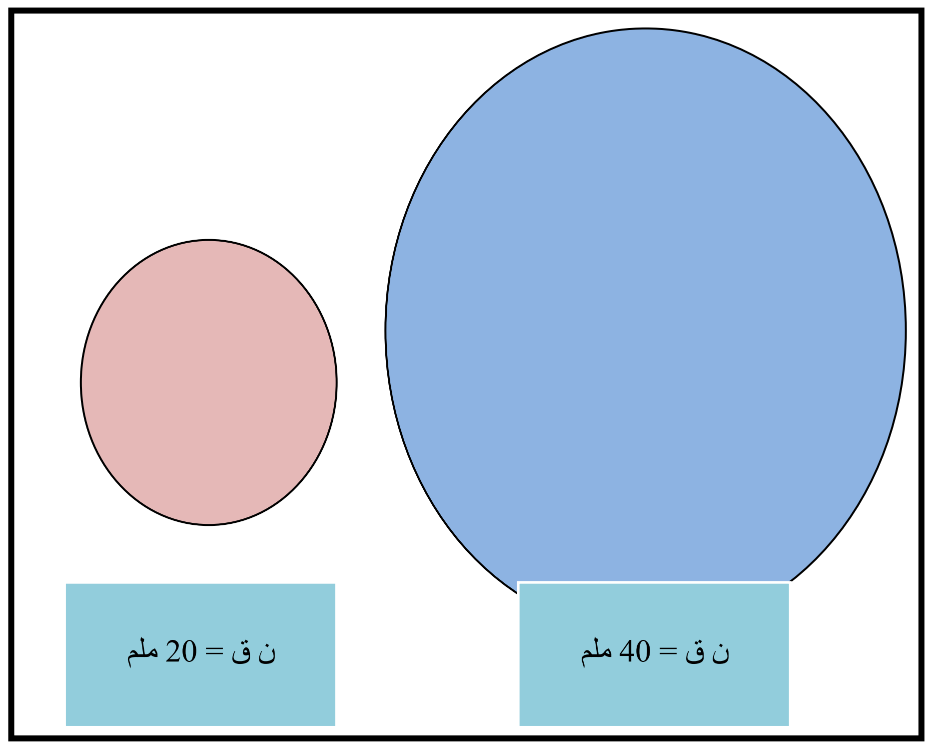
ومنها س= $\frac{\mathbf{2000\times20}}{\mathbf{1000}}$ = 40 ملم (4 سم)

1. نرسم دائرة نصف قطرها(20 ملم) تمثل سكان مدينة (أ).
2. نرسم دائرة نصف قطرها(40 ملم) تمثل سكان مدينة (ب).

ويمكن ملاحظة بأن الدائرة التي نصف قطرها (40 ملم) سوف تكون كبيرة جدا قياسا إلى الدائرة التي نصف قطرها (20 ملم) كما في الشكل(22) .

الطريقة الثانية

وهناك طريقة أخرى لرسم الدوائر النسبية وكما يلي:



المصدر: (المؤلف).

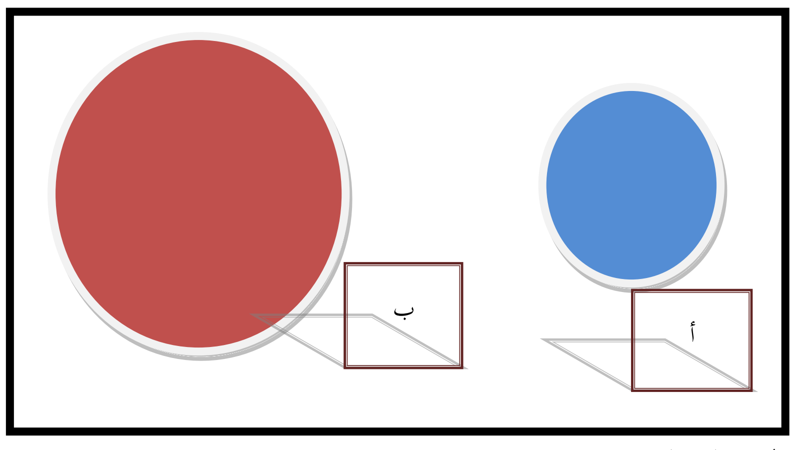
شكل 22 رسم الدوائر

1. بعد استخراج الجذر التربيعي لسكان المدينة يتم تقسيمها على (10، أو 100، أو 1000 ...الخ).
2. ناتج القسمة يمثل(نق) للدائرة والتي تمثل الظاهرة والظاهرة هنا السكان.
3. في المثال السابق فإن:

الجذر التربيعي للمدينة (أ) كان (1000) وبقسمته على (100) نحصل على (نق) للدائرة الأولى أي، نق = $\frac{1000}{100}$ = 10 ملم.

الجذر التربيعي للمدينة (ب) كان (2000) وبقسمته على (100) نحصل على (نق) للدائرة الأولى أي: نق = $\frac{2000}{100}$ = 20 ملم.

ويمكن الملاحظة بأن الدائرة التي نصف قطرها (10 ملم) والدائرة التي نصف قطرها (20 ملم) مناسبة في الحجم أكثر من الطريقة السابقة كما في الشكل (23).



المصدر: (المؤلف).

شكل 23 رسم الدوائر النسبية

الطريقة الثالثة (طريقة جيمس فلانري Games Flanry)

لاحظ جيمس فلانري بأن مساحات الدوائر النسبية لا تتناسب من حيث الإحساس البصري عند استخدام الجذور التربيعية مباشرة كأنصاف أقطار لقيم الظاهرة في تصميم الدوائر، وفي المثالين السابقين في الطريقة الأولى والثانية من تصميم الدوائر أظهرت بأن مساحة الدائرة الصغرى صغيرة جدا قياسا إلى الدائرة الكبرى رغم أن نسبة نصف قطر الأول إلى الثاني (1 : 2)، ولهذا ابتكر جيمس فلانري طريقة يمكن من خلالها إيجاد صيغة

حل لهذه المشكلة وملخص هذه الطريقة هو أن المبتكر قام باستخدام لوغاريتم ومختصره (لو) الأعداد أي أن (لو العدد أو Log)والعدد المقابل لـ (لوغاريتم العدد) وسيتم شرحها بالتفصيل بالأمثلة المتنوعة، والخطوات التالية تبين ملخص الطريقة (فايز محمد العيسوي، 2011: 23):

1. إيجاد لوغاريتم العدد(لو العدد أو Log) من جدول اللوغاريتمات أو من الآلة الحاسبة مباشرة.
2. ضرب الناتج بالعدد (0.57).
3. إيجاد العدد المقابل للناتج من جدول اللوغاريتمات أو من الآلة الحاسبة.
4. اعتبار الناتج الجذر التربيعي المعدل لنصف القطر ثم استخدام أطوال قياسية مناسبة (المدلول الرقمي) بأية طريقة من الطرق السابقة لكل نصف قطر (سم ، ملم).

لقد استفاد المبتكر من حقيقة أن الحصول على الجذر التربيعي لأي عدد بطريقة اللوغاريتم يتم من خلال ما يلي:

أ. تقسيم لوغاريتم العدد على (2) أو (ضرب لوغاريتم العد ×0.5).

ب. إيجاد العدد المقابل للناتج من جدول اللوغاريتم أو من الآلة الحاسبة ويكون الناتج هو الجذر التربيعي للعدد وكما في الأمثلة التالية:

مثال1

أوجد الجذر التربيعي للعدد (100) بالطريقة المعروفة وبطريقة اللوغاريتم.

الحل

من الطريقة المعروفة نعلم بأن $\sqrt{100} = 10$ ونستطيع الحصول على هذا الرقم بطريقة اللوغاريتم أيضا وكما يلي:

لو 100 = 2 أو (من آلة الحاسبة Log 100 = 2) وعند قسمة الناتج على (2) أو ضربه في (0.5) يكون الناتج (1) ومن جدول العدد المقابل للناتج من جدول اللوغاريتم نجد بأنه يساوي (10) أو من (آلة الحاسبة shift ثم Log ثم الرقم 1 = 10).

مثال2

أوجد الجذر التربيعي للعدد (625) بطريقة اللوغاريتم باستخدام الآلة الحاسبة أو الجداول الرياضية.

الحل

نحن نعلم بأن الجذر التربيعي للعدد (625) بالطرق العادية هو (25).

وبطريقة اللوغاريتم فإن:

لو 625 = 2.79588 من الجداول الرياضية أو من الآلة الحاسبة كما يلي:

Log 625 = 2.79588 ثم يتم تقسيم الناتج على (2) أو ضربه في (0.5) وينتج:

2.79588 0.5x = 1.39794 ثم نجد العدد المقابل للناتج سواء من الجداول الرياضية أو من الآلة الحاسبة وكما يلي:

الجذر التربيعي = نضغط على المفتاح shift ثم مفتاح Log ثم كتابة الرقم 1.39794 فيكون:

الجذر التربيعي = 24.99999≅25 ويتبين بأن الطريقتين صحيحة.

لقد اتبع جيمس فلانري نفس الطريقة الرياضية لإيجاد الجذر التربيعي المعدل ولكن بدلا من ضرب ناتج اللوغاريتم في (0.5) للحصول على الجذر التربيعي نجده يستخدم في (0.57) ثم ينفذ باقي الخطوات السابقة وبدأ يسمي الناتج بالجذر التربيعي المعدل (أي نصف قطر الدائرة).

لإيجاد الجذر التربيعيمن الجداول الرياضية:

مثال

اوجد لوغاريتم (100).

الحل

1. $_{10}$لو 100 لأساس (10) ويمكن كتابته:

10^2 لو $_{10}$

2. نأتي بـ (أُس العشرة) إلى أمام ($_{10}$ لو)

10^0 لو $_{10}$ 2

∵ $_{10}$ لو 10^0 = 1

∴ الناتج يكون (2) فقط وإذا أردنا إيجاد العدد المقابل لـ(2) من الجداول الرياضية نذهب إلى الرقم (2) ونجد مقابله الرقم (100).

الدوائر المقسمة

وأحيانا نحتاج إلى تقسيم الدوائر النسبية لكي توضح بيانات تفصيلية متنوعة تتكون منها الظاهرة الرئيسية التي نقوم برسم دوائرها على الخريطة وخاصة في حالة أن **الكمية تتناسب مع الظاهرة بالنسبة لمساحة الدائرة** الواحدة ، ويتم تقسيم هذه الدائرة على أساس النسبة المئوية للبيانات ولتقسيم الدائرة نتبع الخطوات التالية (John I. Platt,1977: 125):

1. رسم دائرة وبنصف قطر مناسب.
2. تحديد الظاهرة حسب نسبته في الدائرة.
3. حاصل ضرب النسبة $\frac{360}{100}$ أو حاصل ضرب (النسبة 3.6) ويكون الناتج قيمة الزاوية التي تمثلها جزء الظاهرة بالدرجات.

4. يتم قياس الزاوية بالمنقلة يدويا أو استخدام الحاسوب وابتداء من نقطة الصفر في شمال الدائرة.
5. يتم تحديد الزاوية للجزء الثاني من الظاهرة في الدائرة بنفس الطريق وابتداء من نهاية النقطة الأولى.
6. إذا كانت هنالك أجزاء أخرى يتم رسمها بالطرق السابقة.
7. يتم تظليل كل جزء من التقسيم في الدائرة بشكل مختلف.
8. يتم وضع مفتاح خريطة التوزيعات بعد الانتهاء من الرسوم.

مثـال

يبين الجدول التالي(**على سبيل المثال فقط**) عدد المدارس العامة والخاصة في نطاق(المرج والجبل الأخضر ودرنة والبطنان)، المطلوب تصميم خريطة التوزيعات على خريطة الأساس المرسوم كما في الشكل(24).

جدول 3 يبين عدد المدارس العامة والخاصة

النطاق	المدارس العامة %	المدارس الخاصة %	المجموع%
المرج	59	41	100
الجبل الأخضر	66	36	100
درنة	74	26	100
البطنان	80	20	100

الحـل

∵ تتناسب الكمية مع الظاهرة بالنسبة لمساحة الدائرة.

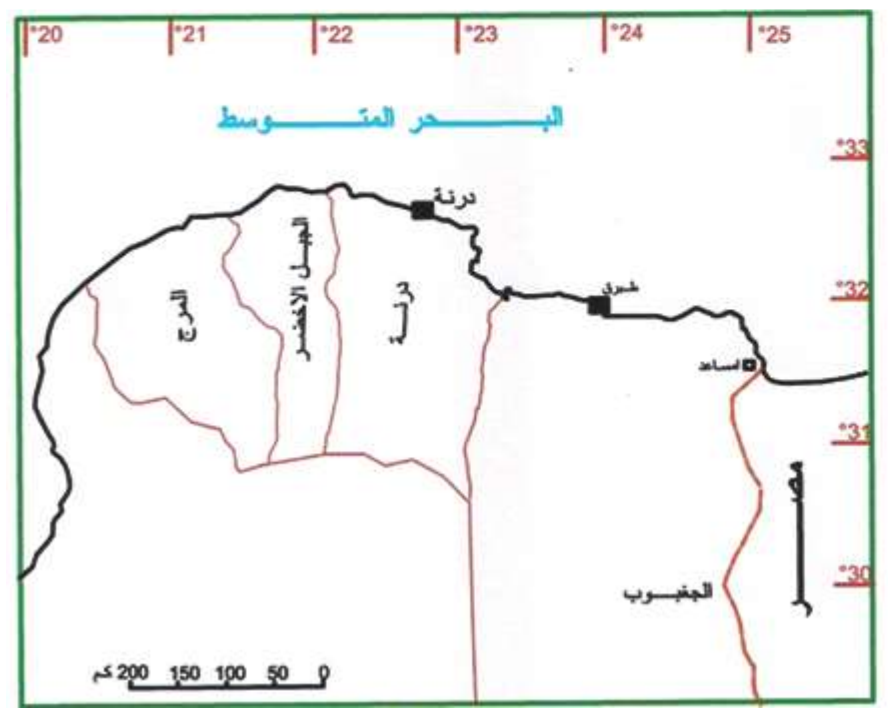
∴ نبدأ بحساب كمية الظاهرة بالنسبة لمساحة الدائرة ويتم ابتداء من نطاق المرج وكما يلي:

1- ∵ زوايا الدائرة 360 درجة وأن نسبة المدارس العامة في نطاق المرج تشغل(59%) من مساحة الدائرة.

2- ∴ نسبة ما تشغلها **المدارس العامة** في الدائرة النسبية

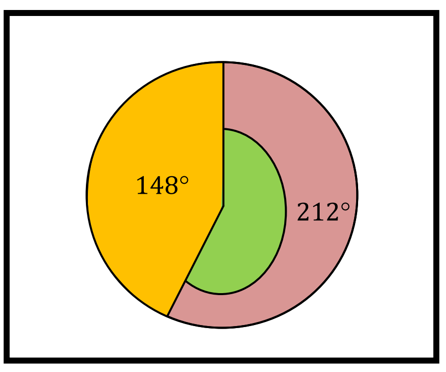
$$\text{(المرج)} = \frac{360\times59}{100} = 212.4 = 212$$ تقريبا.

3- أو نسبة المدارس العامة في نطاق المرج = 3.6x59 = 212.4° = 212° تقريبا وهي نفس النتيجة السابقة، ويمكننا استخدام إحدى الطريقتين.



المصدر: (امانة التخطيط، مصلحة المساحة، 1978: 25).

شكل 24 خريطة الأساس



المصدر: (محمد عبد الواحد، شكر علي خليل، 2009: 25).

شكل25 يبين طريقة قياس الزاوية

1- نبدأ بقياس زاوية مقدارها(212°) من نقطة الصفر في الدائرة ونظللها بالنقاط مثلا أو أي نوع من أنواع التظليل كما في الشكل(25).

2- أما بالنسبة للمدارس الخاصة فإن المساحة الباقية هي نسبتهاأو(360° - 212°= 148°) ويتم تظليل الجزء الثاني بالخطوط المستقيمة كما في الشكل(26) وبهذا يكون قد تم تمثيل الظاهرة في نطاق المرج.

3- بالنسبة لنطاق الجبل الأخضر فإن نسبة ما تشغلها **المدارس العامة** في الدائرة النسبية

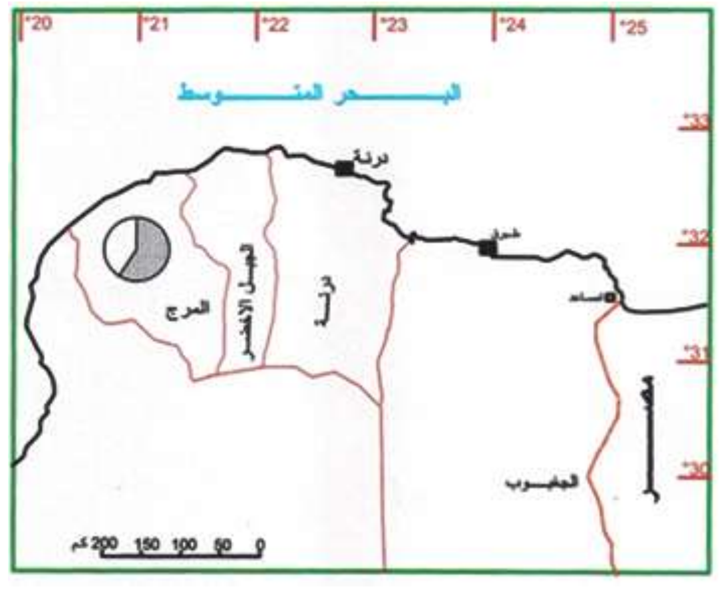
(الجبل الأخضر) = $\frac{\mathbf{360 \times 60}}{\mathbf{100}}$ = 216° أو:

أو نسبة المدارس العامة في الجبل الأخضر = 3.6x59 = 216° وهي نفس النتيجة السابقة.

4- ∴نبدأ بقياس زاوية مقدارها (216°) من نقطة الصفر في الدائرة ونظللها بالنقاط لان الظاهرة هي نفسها كما في الشكل(27).

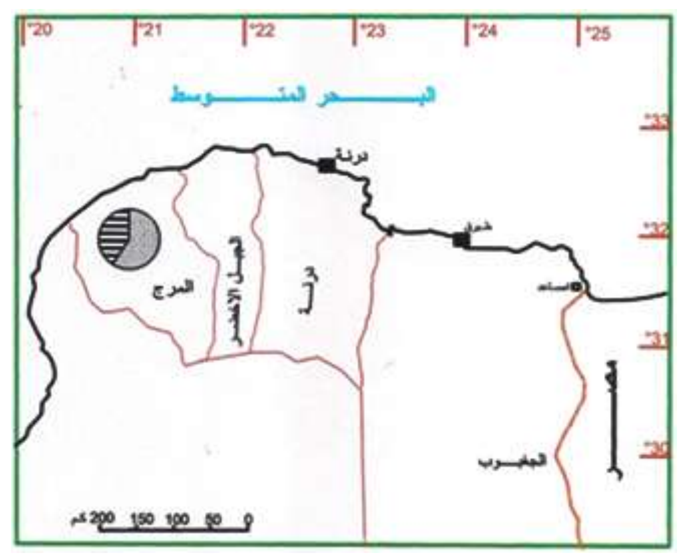
5- أما بالنسبة **المدارس الخاصة** في الجبل الأخضر فإن المساحة الباقية هي نسبتها أو(360° − 216° = 144°) ويتم تظليل الجزء الثاني بالخطوط المستقيمة كما في الشكل(28) وبهذا يكون تمثيل الظاهرة قد تم كذلك أيضا في نطاق الجبل الأخضر.

6- يتم تطبيق نفس الطريقة بالنسبة للمواقع الأخرى كما في الأشكال(29 و 30).



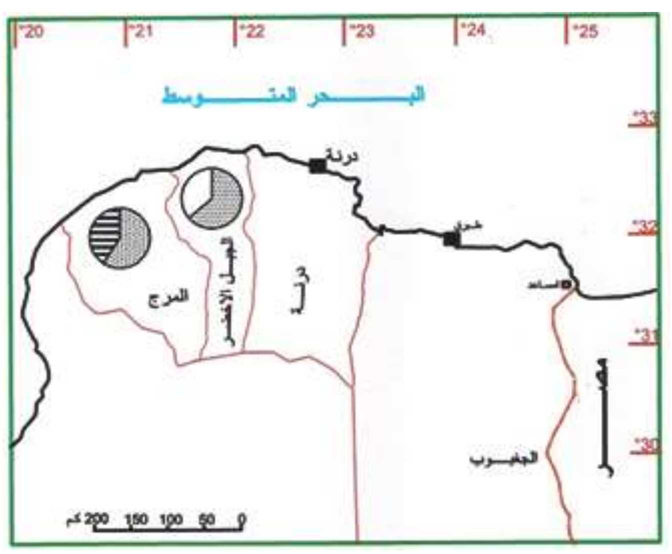
المصدر: (المؤلف).

شكل 26 يبين نسبة المدارس العامة من الدائرة في نطاق المرج



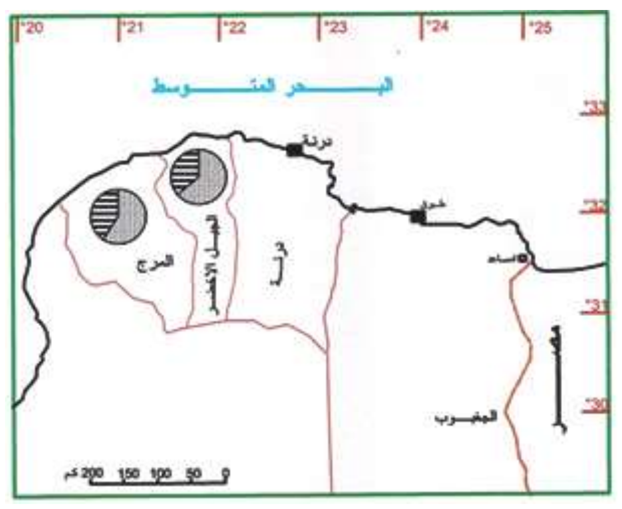
المصدر: (المؤلف).

شكل 27 يبين نسبة المدارس العامة والخاصة من الدائرة في نطاق المرج



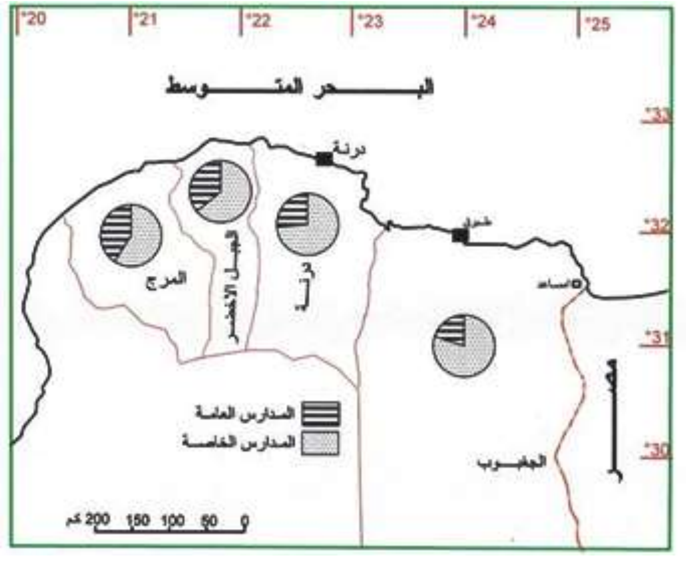
المصدر: (المؤلف).

شكل 28 يبين نسبة المدارس العامة والخاصة في نطاق المرج والجبل الأخضر



المصدر: (المؤلف).

شكل 29 يبين نسبة المدارس العامة والخاصة في نطاق المرج والجبل الأخضر



المصدر: (المؤلف).

شكل 30 يبين نسبة المدارس العامة والخاصة في نطاق المرج والجبل الأخضر ودرنة والبطنان

ب- طريقة المربعات النسبية

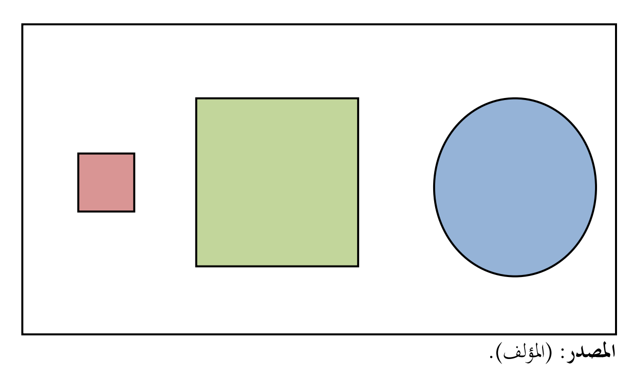
ويمكن استخدام هذه الطريقة بنفس الخطوات التي يتم فيها رسم الدوائر من خلال إيجاد الجذر التربيعي لقيمة الظاهرة ، فبدلا من استخدام الجذر التربيعي لرسم نصف قطر الدائرة يتم استخدامه كطول ضلع المربع . ويفضل استخدام الدوائر في أحيان كثيرة لأسباب عديدة منها(Robinson A.H.,1960:140):

1- يتم رسم الدوائر وبسهولة بمجرد معرفة نصف قطرها من خلال معرفة الجذر التربيعي لقيمة الظاهرة.
2- يتطلب رسم المربعات الكثير من المهارات مثل ضبط زوايا المربع مما يتطلب الكثير من الجهد والوقت والدقة.
3- يمكن تقسيم الدائرة لتوضيح خصائص الظاهرة (كما سبق ذكرها في الدوائر المقسمة) حيث يتم تقسيم الدائرة التي تتكون (360 درجة) إلى أقسام نسبية تمثل قيمة الظاهرة في الدائرة الواحدة في حين لا يمكن تقسيم المربع لتوضيح خصائص الظاهرة وذلك لصعوبة تقسيم المربع.

ويفضل استخدام المربعات خاصة إذا تم اعتبارها رمزا مساحيا لظاهرة أخرى في نفس خريطة الدوائر عندها يجب توحيد وضع المربعات في الخريطة كما في الشكل(31).

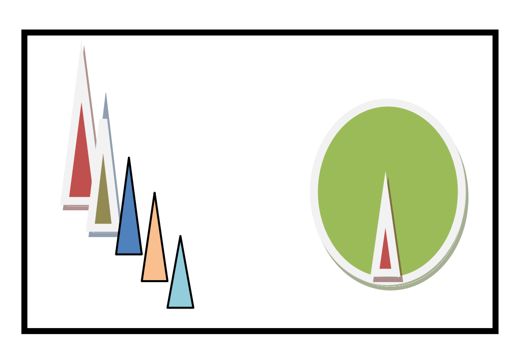
طريقة المثلثات النسبية

وهي إحدى رموز الموضع المساحية ويمكن استخدامها بنفس طريقة أنصاف أقطار الدوائر وأطوال أضلاع المربعات ، وقد تبين بأنها الطريقة الجيدة لتمثيل إنتاج حقول النفط والمعادن و الفحم وكذلك في الصادرات والواردات في الموانئ ، ومن خصائص هذه الطريقة (فتحي عبد العزيز ابو راضي،1998: 257) أنها:



المصدر: (المؤلف).

شكل 31المقارنة بين الدائرة وأنواع المربعات



المصدر: (فتحي عبدالعزيز ابوراضي، 1998: 257)

شكل 32 المقارنة بين مساحة الدوائر والمثلثات

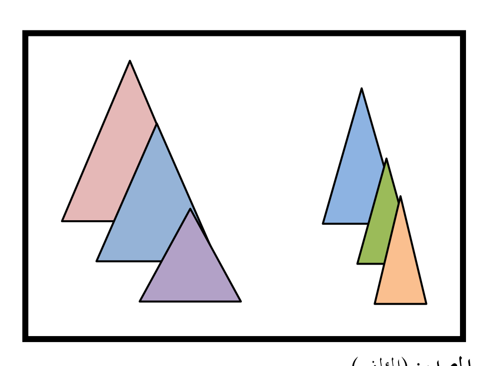
1- تأخذ مساحة ضئيلة من الخريطة إذا ما قورنت بالدوائر أو المربعات وبعملية حسابية بسيطة نجد بأن المثلث يشغل (6%) من مساحة أية دائرة وكما في الشكل (32).

2- يمنع التداخل بين الرموز مثل تداخل الدوائر مع بعضها البعض في المساحة الصغيرة عند تكرار الدوائر أو المربعات وخاصة في المناطق المتجاورة.

3- تتفاوت أشكال المثلثات تبعا للطريقة المختارة لتنفيذها وذلك اعتمادا على المدلول الرقمي للجذور التربيعية لقيم الظاهرة كما في الشكل(33). وكما يلي:

أ- مثلث متساوي الساقين (يستخدم على نطاق واسع لسهولة تصميمه).

ب- مثلث متوازي الأضلاع (يستخدم لظاهرة أحادية غير قابلة للتقسيم).



المصدر: (المؤلف)

شكل 33 يبين المثلث متساوي الساقين

طريقة تصميم ورسم المثلثات النسبية

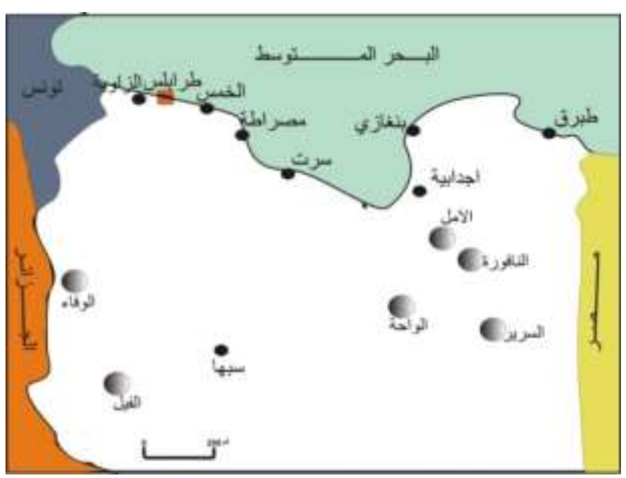
ويمكن فهم طريقة تصميم ورسم المثلثات النسبية من خلال تطبيق المثال التالي والخطوات المتبعة في الرسم:

مثال

الجدول (4) التالي يبين إنتاج النفط في ليبيا **(على سبيل المثال فقط)** ، المطلوب توزيع الإنتاج بطريقة المثلثات النسبية على خريطة الأساس التالي كما في الشكل (34).

جدول 4 يبين إنتاج النفط في ليبيا

الحقل	الإنتاج
الأمل	110000
الواحة	350000
السرير	200000
النافورة	150000
سارة	90000



المصدر: (أمانة التخطيط،مصلحة المساحة، 1978: 26)

شكل 34 يبين خريطة الأساس ومواقع الحقول في ليبيا

الحل

أ- يتم ترتيب الإنتاج في الحقول من الأصغر نحو الأكبر كما في الجدول (5).

جدول 5 يبين ترتيب إنتاج الحقول من الأصغر نحو الأكبر

الحقل	الإنتاج
سارة	90000
الأمل	110000
النافورة	150000
السرير	200000
الواحة	350000

ب- تطبيق خطوات تحويل القيم إلى جذور تربيعية معدلة بطريقة (جيمس فلانري) كما سبق شرحها في الدوائر النسبية (أنصاف أقطار معدلة) وملخصه:

1- اخذ لوغاريتم العدد. حيث أن قيمة الانتاجية في حقل سارة (90000)
لوغاريتم 90000 =4.95424 أو من الآلة الحاسبة (= 4.95424Log 90000).

2- ضرب الناتج بمعامل (0.57) حسب طريقة جيمس فلانري.
$2.82391 = 0.57 \times 4.95424$

3- أخذ الرقم المقابل للناتج من الجدول الرياضية أو ببساطة من الآلة الحاسبة حيث يتم الضغط على (مفتاح shift ثم مفتاح Log ثم كتابة الناتج من بثم مفتاح =) فيظهر رقم جديد وهو الجذر التربيعي المعدل.

∴ العـــدد المقابـــل للـــرقم وهـــو الجـــذر التربيعـــي (نصـــف القطـــر) لحقـــل ســـارة $= 666.66 \cong 667$

4- وبالنسبة لحقل الأمل.
لو 110000 = 5.041 أو من الآلة الحاسبة (Log 110000 = 5.041).

5- ضرب الناتج بمعامل (0.57) حسب طريقة جيمس فلانري.
$2.873 = 0.57 \times 5.041$

6- أخذ الرقم المقابل للناتج من الجداول الرياضية أو ببساطة من الآلة الحاسبة حيث يتم الضغط على (مفتاح shift ثم مفتاح Log ثم كتابة الناتج ومن ثم مفتاح =) فيظهر رقم جديد وهو الجذر التربيعي المعدل.

∴ العدد المقابل للرقم وهو الجذر التربيعي (نصف القطر) لحقل الأمل $= 747.47 \cong 747$

7- نكرر خطوات الفقرة على جميع القيم ونجد الجذور التربيعية المعدلة والتي تعتبر أنصاف أقطار الدوائر.

8- يتم تحويل أنصاف الأقطار إلى أطوال قياسية وكما يلي :

بما أن الجذر التربيعي لحقل سارة هو(667) ونفرضه يمثل (0.8 سم) ، وبطريقة التناسب نجد طول نصف قطر لحقل الأمل الذي جذره التربيعي هو (747) وكما يلي:

667 يمثل 0.8سم

747 يمثل س

س = $\frac{0.8 \times 747}{667}$ = 0.9سم

9- وبنفس الطريقة نجد (طول نق الدائرة) بالنسبة لحقل النافورة وجذره التربيعي هو (891).

747 يمثل 0.9سم

891 يمثل س

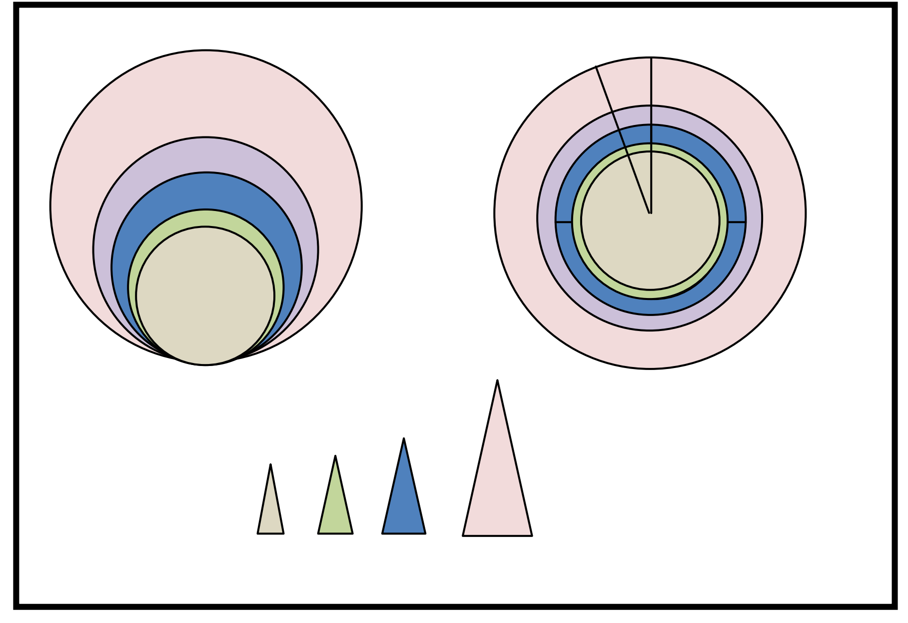
س = $\frac{0.9 \times 891}{747}$ = 1.1سم

10- وبنفس الطريقة نجد بقية أطوال أنصاف الأقطار وكما في الجدول (6).

جدول 6 إنتاج الحقول من النفط الخام في ليبيا 2008

الحقل	الإنتاج (برميل)	لوغاريتم العدد	لو x 0.57	العدد المقابل والجذر المعدل	نق الدائرة (سم)
سارة	90000	4.954	2.824	667	0.8
الأمل	110000	5.041	2.873	747	0.9
النافورة	150000	5.176	2.950	891	1.1
السرير	200000	5.301	3.021	1050	1.3
الواحة	350000	5.544	3.160	1445	1.8

11- نرسم دائرة بأكبر نصف قطر، ومن الجدول (6) نجده في حقل الواحة.



المصدر: (فايز محمد العيسوي، 2011: 208)

شكل 35 رسم الدوائر المتداخلة

12- نرسم بقية الدوائر على نفس المركز فتظهر لدينا دوائر عديدة متداخلة كما في الشكل (35).

13- ومن مركز الدائرة نرسم خطا مستقيما إلى محيط اكبر دائرة متداخلة وهذا الخط هو عبارة عن نصف قطر الدائرة الكبيرة، ثم نرسم من نفس المركز خطا آخر بزاوية معينة إلى محيط الدائرة الكبيرة نفسها وتُعد الزاوية المتكونة هي زاوية مركزية محصورة بين الخطين المرسومين وبهذا يظهر لدينا مثلث، وكلما كانت قيمة الزاوية كبيرة يظهر لدينا مثلث اكبر وبخلاف ذلك يظهر لدينا مثلث اصغر وحسب الطلب.

وإذا ما نظرنا إلى جميع الدوائر بعد رسم الخطين نلاحظ وجود مجموعة من المثلثات المركبة ذات القواعد المختلفة الطول، وهذه القواعد ما هي إلا أجزاء من محيط الدائرة، ولهذا يستوجب تعديل القواعد بخطوط مستقيمة لكي لا تشكل قواعد المثلثات خطوطا منحنية.

14- نأتي بورقة شف ونشف كل مثلث ثم ننقل المثلثات المتناسبة مع بعضها البعض إلى أماكنها الجغرافية ثم نكتب اسم حقل النفط على قاعدة كل مثلث.

15- تهيئة خريطة ذات مقياس رسم مناسب وفيها مواقع الحقول بحيث يمكن نقل المثلثات على كل موقع بطريقة الشف أيضا أو بطريقة القياس المباشر بالمسطرة ولكن بدقة كبيرة.

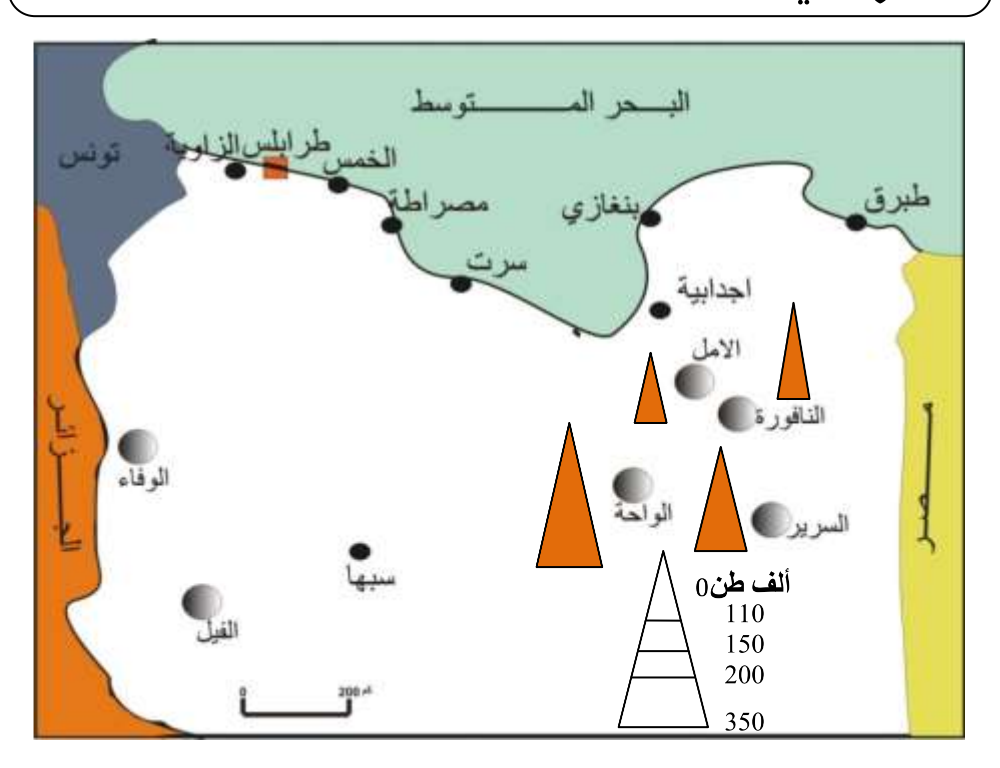
16- تضليل المثلثات أو تلوينها مع وضع مفتاح للخريطة توضح حجم المثلثات وكما في الشكل (36).

استخدام أنواع المثلثات في الخرائط

تستخدم أنواع المثلثات في حالات ومواقع مختلفة وفي ما يلي قسما من هذه الحالات:

1. يستخدم المثلث المتساوي الساقين لتمثيل إنتاج النفط لإظهار التباين مع رمز الحقول النفطية وذلك لتشابه رمز المثلث مع رمز أبراج النفط ويفضل رسم المثلث بحيث تكون قاعدة المثلث فوق الحقل.

2. في حالة إنتاج المعادن يتم تفضيل رسم مثلث متساوي الأضلاع لإظهار المعادن على شكل كومة المعدن ، وهذه الطريقة أشبه ما تكون بتخزين المعادن بعد الإنتاج.



المصدر: (فتحي عبدالعزيز ابوراضي، 1998: 260)

شكل 36 تظليل مثلثات الإنتاج ورسم مفتاح الخريطة

3. وفي الخـرائط الجيولوجيـة خاصـة في خـرائط التراكيـب الجيولوجيـة واتجـاه الطبقـات سواء في بيان الطيات (Folds) وكذلك في الصدوع (Faults) حيث يتم رسم مثلث ذات قاعـدة عريضـة ورأس مـدبب قصـير للدلالـة علـى اتجـاه الطبقـات علـى طـرفي الطيات.

4. كما تستخدم المثلثات النسبية في تمثيل حركة الصادرات والواردات من والى الموانئ البحرية، بحيث تكون قاعدة المثلث في جهة البر ورأسه باتجاه البحر.

طريقة التوزيع بالمخططات البيانية

تتضمن المخططات البيانية أنواع عديدة من الخطوط البيانية والمنحنيات (فايز محمد العيسوي،2011: 35) ومنها:

أولا: الخطوط البيانية والمنحنيات Line and Curve Graphs

تُعد هذه الطريقة من الطرق البسيطة لتمثيل ما يأتي:

1. ظاهرة واحدة في المجالات العديدة مثل (الصناعية ، الزراعية والتجارية والنقل) وتكون الأرقام في هذا النوع من المخططات في صورة أرقام مطلقة أو النسبة المئوية.
2. تستخدم لبيان العلاقة بين متغيرين، وغالبا يمثل الزمن المتغير الأول والذي يُعد متغيرا مستقلا (Independent Variable)، بينما يكون المتغير الثاني متغيرا تابعا (Dependent) وغير منتظم حيث يتباين وفقا لاعتبارات أخرى كثيرة.

وقد يكون التباين غير منتظم من فترة إلى أخرى مثل عدد السكان أو إنتاج إحدى المصانع أو السلع، ويمكن استخدام المنحني البياني البسيط لتمثيل هذا التباين في الظاهرة.

أنواع المنحنيات

1. **المنحني البياني البسيط Simple Line Graph**

يستخدم هذا النوع من المنحنيات في توضيح مراحل تطور ظاهرة واحدة لفترة زمنية محددة، ويمكن أن يكون التمثيل لإنتاج النفط (البترول) أو محصول زراعي محدد أو السياح أو درجات الحرارة ، وهنالك قواعد أساسية في رسم المنحنيات وكما يلي:

أ- يفضل استخدام ورقة رسم بياني.

ب- رسم محورين متعامدين ويستحسن أن تكون نقطة تقاطع المحورين (الأفقي) والصادي (الرأسي) في الركن الجنوب الغربي.

ج- يمثل المحور السيني (الأفقي المتغير الأساسي) مثل تطور السنوات أو أسماء المحافظات والمراكز والدول وأسماء المحاصيل، ويمثل المحور الصادي (الرأسي) المتغير التابع مثل درجة الحرارة وكمية الإنتاج وكميات المطر، عدد السكان، الخ.

د- اختيار مقياس رسم رأسي مناسب بحيث يقسم المحور الرأسي (الصادي)إلى أقسام متساوية ويراعى أن يمثل على هذا المحور اصغر رقم موجود في الجدول وكذلك حسن اختيار اكبر رقم، مع ضرورة اختيار القيم حتى يظهر لنا المنحنى بطريقة تمكن من استنتاج ملامح عامه منه.

هـ- كما يراعى أن يقسم المحور السيني (الأفقي) إلى أقسام متساوية تساعد على إخراج الرسم الصحيح كارتوجرافيا.

و- يراعى وضع مفتاح للرسم على جانب من جوانبه وذلك في حالة المنحنيات المركبة لسهولة تمييز **مدلولات** هذه المنحنيات.

ز- يكتب عنوان الرسم البياني أسفله ويكتب في الجنوب الشرقي مصدر الجدول البياني أو مصدر البيانات.

ح- عند رسم ظاهرة تتصف بالاستمرارية (درجات الحرارة) تستخدم المنحيات لتمثيل تلك الظاهرة.

ط- أما في حالة رسم الظاهرة التي لا تتصف بالاستمرارية (المطر) تستخدم الأعمدة البيانية.

ي- ترسم الظواهر الطبيعية(باليد) أو استخدام برنامج (excel)، حيث يوجد أمر خط متجانس يجب التأشير عليه ثم القيام بتعبئة البيانات على البرنامج وبذلك يقوم البرنامج بالرسم.

مثال

يمثل الجدول(7) التالي عدد السياح في دولة ما لسنوات مختلفة(**على سبيل المثال**)، المطلوب رسم المنحني البياني.

جدول 7 يمثل عدد السياح

السنوات	عدد السياح(ألف)
1976	520
1977	475
1978	450
1979	390
1980	530
1981	580

الحل

لرسم المنحنى نتبع الخطوات التالية:

1- نرسم محورين أحدهما رأسي والآخر أفقي.

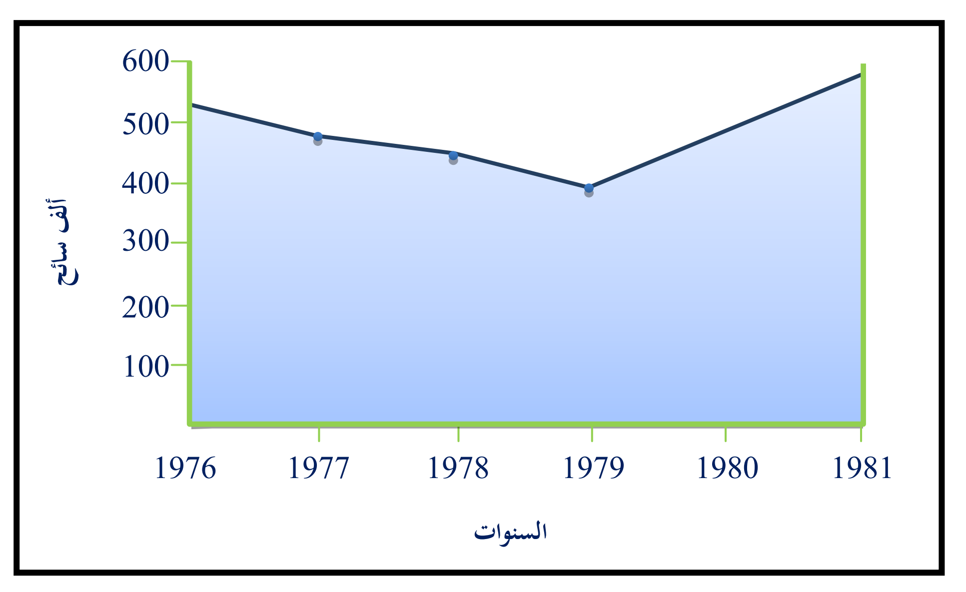
2- نختار مقياسا رأسيا وليكن (1 سم يمثل 100 ألف) كما في الشكل(37).

3- نسجل عدد السياح على المقياس الرأسي و أرقام السنوات على المقياس الأفقي.

4- تمثل البيانات في الجدول السنوات وما يقابلها بعدد السياح بالألوف، لذا يتم تثبيت عدد السياح لكل سنة بنفس المقدار مقابل السنة المحددة على شكل نقطة.

5- يتم توصيل النقاط بخط منحنى كما في الشكل (37).





المصدر: (فايز محمد العيسوي، 2011: 37)

شكل37 يبين المنحني البياني لعدد السياح

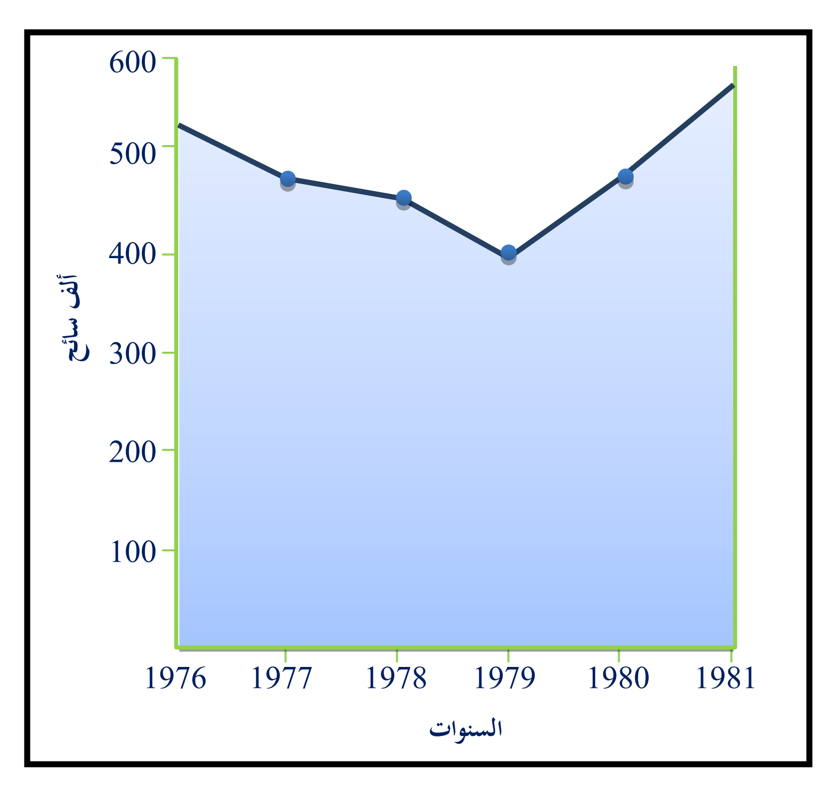
مقياس الرسم والمنحنيات Scale & Graphs

تُعد مشكلة اختيار مقياس الرسم للمحورين الأفقي والرأسي (السيني والصادي) من المشاكل الكبيرة التي تواجه جميع الكارتوغرافيين عند رسم المنحنيات في محاولتهم لإظهار الرسم بصورة معبرة عن الواقع وللابتعاد عن المبالغة في تضخيم الأهمية أو التقليل منها، فمثلا إذا تم تغير مقياس أي من المحورين نحصل على صورة للمنحني مختلف تماما على الشكل الطبيعي مع بقاء البيانات كما هي وفي ما يأتي شرح لكل حالة مؤثرة من التغير في مقياس الرسم (Robinson A. H., 1960: 20):

1- إذا تم تغيير مقياس الرسم للمحور الرأسي في المثال السابق بمقدار اصغر نحو(0.5 سم) لكل (100ألف نسمة) مع إبقاء مقياس المحور الأفقي بدون تغير فنحصل على منحني

شبه مستوي أي أن التغيرات على المحور لا تظهر جيدا بحيث أن القارئ لا يفرِق بين المتغيرات. وبما أن هذه الرسوم البيانية هي رسوم وصفية ولذلك فإنها لا تعكس الحالة بشكل دقيق كما في الشكل.

2- إذا تم تغير مقياس الرسم للمحور الرأسي بمقدار اكبر في المثال والشكل السابق فإننا نحصل على رسم بياني مبالغ في التضخيم مما يعكس بوجود تذبذب شديد في البيانات مع العلم بأن التذبذب في المثال ليس كبيرا في الأساس كما في الشكل(38) التالي:



المصدر: (فايز محمد العيسوي، 2011: 39)

شكل 38 المنحني البياني بعد تغير مقياس الرسم بمقدار اكبر

ثانيا : الأعمدة البيانية وطريقة توزيعها

Bar Graphs & Procedure of its distribution

وهي من الرسوم الوصفية وتستخدم بأساليب مختلفة في التمثيل البياني ووظيفتها توضيح التباين الكمي بين الظاهرات وتستخدم أساسا للمقارنة وتوضيح حجم الكميات، بينما المنحنيات البيانية توضح التطور للظاهرات.

تُعد الأعمدة البيانية من أكثر الطرق شيوعا في تمثيل البيانات في مجالات عديدة لظاهرة واحدة أو عدة ظواهر.وتكون هذه الأعمدة بسيطة حينما يتم رسم كل عمود منها لكي يوضح المجموع الكمي فقط .

وعلى الكارتوجرافي أن يكون ملما لبعض الخواص الفنية في رسم الأعمدة وكما يلي:

1- تتكون الأعمدة البيانية من محورين رأسي و أفقي.

2- اختيار مقياس رسم رأسي مناسب بحيث يقسم المحور الرأسي إلى أقسام متساوية.

3- يجب البدء بالترقيم من الصفر وعلى أن يكون المحوران ذات أبعاد متساوية ويتميزان بالتناسق قدر الإمكان.

4- يجب رسم قواعد الأعمدة بعرض واحد(أبعاد أفقية متساوية).

5- إذا وجدت فترة زمنية مفقودة يتم ترك مكانها فارغة على المحور الأفقي.

6- يتم رسم المحور الرأسي على اليسار والأعمدة على اليمين.

وتكون الأعمدة مركبة عندما يتم تقسيم كل عمود لكي يبين التفاصيل إلى جانب المجموع الكمي ، ومن الممكن رسم الأعمدة أفقيا ورأسيا ،علما بأن الأعمدة الرأسية تعكس انطباعا جيدا لدى القارئ في المقارنة، وفي ما يلي بعضا من أنواع الأعمدة البيانية:

أ- الأعمدة البيانية البسيطة Simple Bar Graphs

وهي ابسط طرق التمثيل البياني التي تستخدم في المقارنة بين الكميات لظاهرة واحدة أو عدة ظواهر وتتألف هذه الرسوم من الأعمدة ذات العرض المتساوي وطول يتناسب مع الكميات التي تمثلها حسب مقياس الرسم المناسب ويجب ملاحظة ما يلي :

1- تختلف الأعمدة البيانية عن المنحنيات في كونها لا تتطور في الزمن فمثلا تستخدم الأعمدة البيانية لتوضيح إنتاج الغاز الطبيعي في بلد ما في عام معين أو أي إنتاج آخر.
2- يفضل تظليل الأعمدة بأحد أنواع الظلال لزيادة الإيضاح.
3- مراعاة النواحي الفنية من إطار وعنوان ومفتاح الرسم البياني.

خواص الأعمدة البيانية

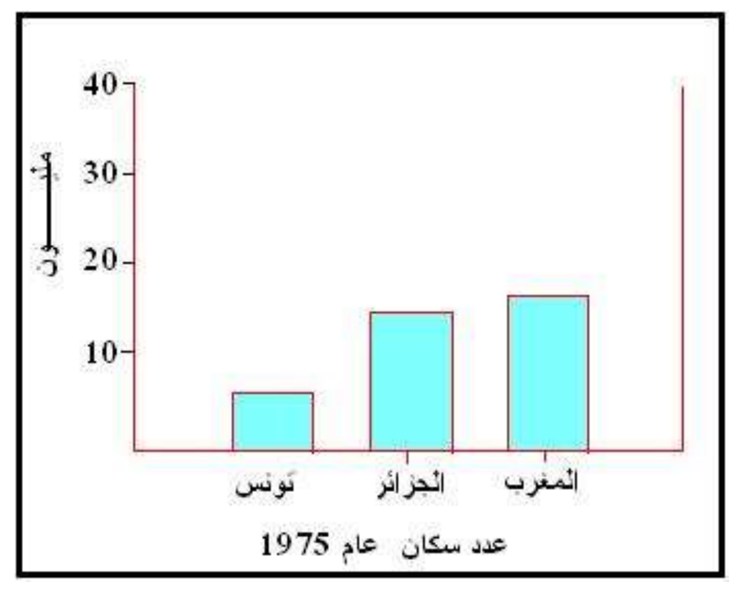
1- يتناسب طول الأعمدة(ارتفاع الأعمدة) مع الكميات التي تمثلها حسب مقياس الرسم الذي يتم اختياره منذ البداية (John I. Platt, 1977: 28).
2- يكون عرض الأعمدة متساويا أي ذا أبعاد متساوية.
3- يمكن رسم الأعمدة رأسيا أو أفقيا في أشكال بيانية قائمة بذاتها، ويفضل الأعمدة الأفقية من حيث سهولة قراءتها، بينما تتميز الأعمدة الرأسية عند استخدامها في تسهيل عملية المقارنة بين الأجزاء الأخرى من الظاهرة بحيث يوضح المجموع الكمي للظاهرة.
4- تمثل الأعمدة البيانية البسيطة البيانات الوصفية ويتم الاستفادة منها في إظهار كميات الزيادة والنقص في بعض الظواهر.

5- يجب البدء بالترقيم ابتداء من الصفر وانتهاء برقم أعلى من اكبر قيمة موجودة في الظاهرة.

مثـال : يبين الجدول (8) التالي (**على سبيل المثال فقط**) عدد سكان الدول (تونس، الجزائر والمغرب) حسب إحصاء (1975)، المطلوب رسم المخطط البياني بالأعمدة البسيطة.

جدول8 يبين عدد سكان(تونس ،الجزائر والمغرب) سنة 1975

البلد	عدد السكان (مليون نسمة)
تونس	6
الجزائر	16
المغرب	17.5



المصدر: (المؤلف)

شكل39 يبين الرسم البياني لعدد السكان بطريقة الأعمدة

مثـال

يبين الجدول (9) التالي (**على سبيل المثال فقط**) نسبة عدد الطلاب بشكل إجمالي في الاختصاصات المبينة إزاء كل نطاق، المطلوب تمثيل الظاهرة بالأعمدة النسبية.

جدول 9 يبين عدد الطلاب في المدارس الثانوية

النطاق	طلبة كليات الآداب %	طلبة كليات الهندسة %	طلبة المجموعة الطبية %	المجموع %
المرج	50	30	20	100
الجبل الأخضر	50	20	30	100
درنة	65	15	20	100
البطنان	70	20	10	100

الحـل

لرسم الأعمدة البيانية في كل نطاق تشمل الاختصاصات المبينة في الجدول نتبع الخطوات التالية.

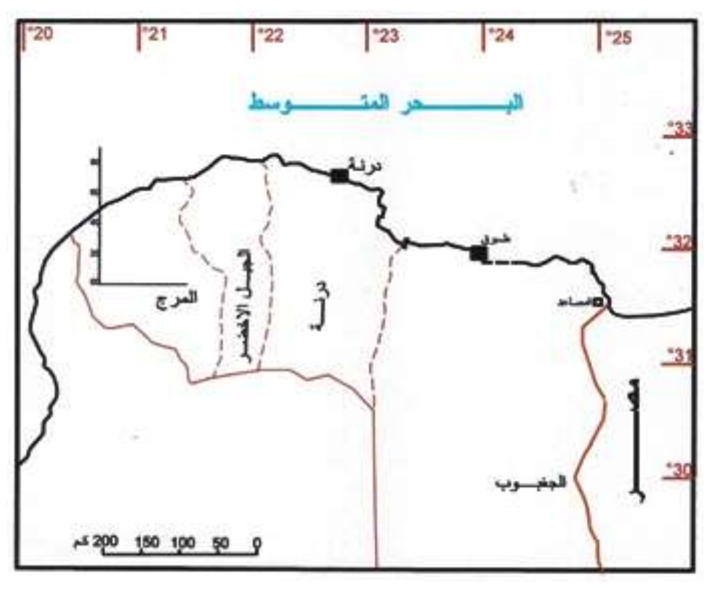
1- نرسم محورين احدهما رأسي والآخر أفقي.
2- نختار مقياسا رأسيا وليكن (1 سم يمثل 20%) كما في الشكل(40).
3- ∵نسبة الطلبة في كلية الآداب (50%)، لذا يتم رسم عمود بعرض (1 سم) ويكون ارتفاع العمود للطلبة (2.5 سم) حسب مقياس الرسم المختار وتظليله (حسب الاختيار) على أن يستخدم نفس التظليل للنطاقات الأخرى في الجدول كما في الشكل (41).
4- ∵ نسبة الطلبة في كلية الهندسة(30%)، لذا يتم رسم عمود بعرض (1 سم) ويكون ارتفاع العمود للطلبة (1.5 سم) حسب مقياس الرسم المختار وتظليله (حسب

الاختيـار) علـى أن يسـتخدم نفـس التظليـل للنطاقـات الأخـرى في الجـدول كمـا في الشكل (42).

5- ∵ نسـبة الطلبـة في كليـات المجموعـة الطبيـة (20%)، لـذا يـتم رسـم عمـود بعـرض (1 سم) ويكون ارتفاع العمود للطلبة (1 سم) حسب مقياس الرسم المختار وتظليله (حسب الاختيار) على أن يستخدم نفس التظليل للنطاقات الأخرى في الجدول كما في الشكل (43).

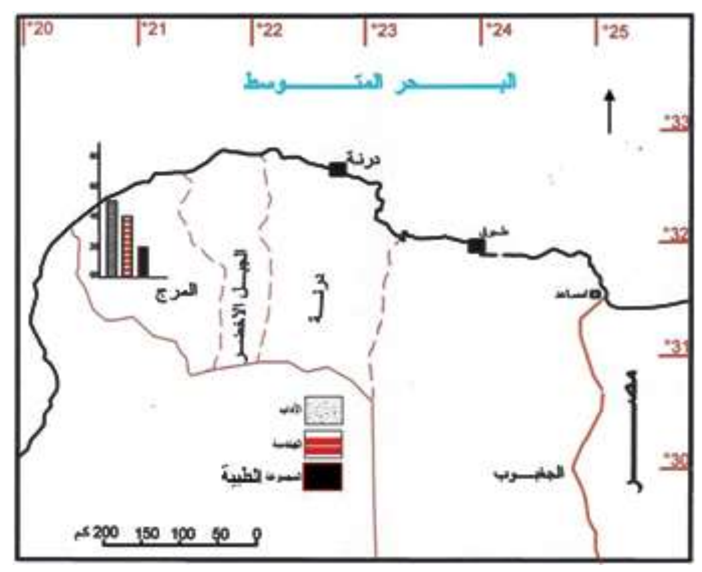
6- يتم تطبيق نفس الطريقة بالنسبة للمواقع الأخرى كما في الشكل(44).

7- نرسم دليل الخريطة أي مفتاح الخريطة الذي يتم الاستدلال من خلاله على الرموز.

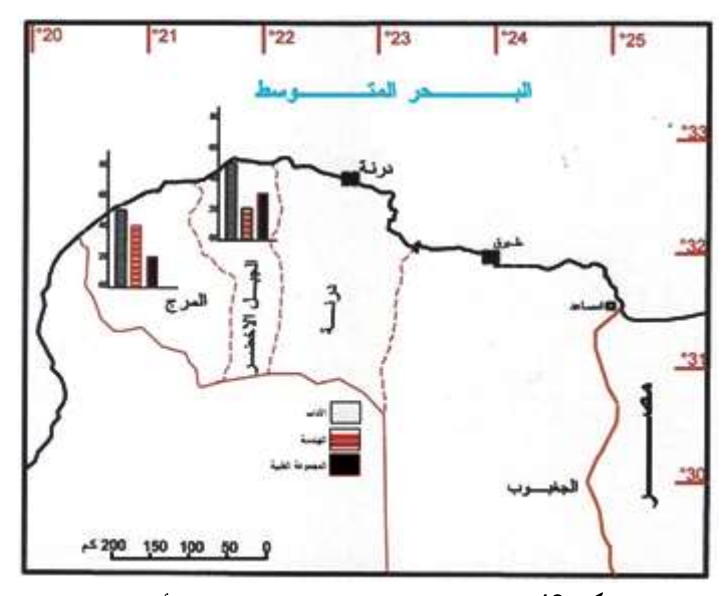


المصدر: (امانة التخطيط، مصلحة المساحة، 1978: 25)

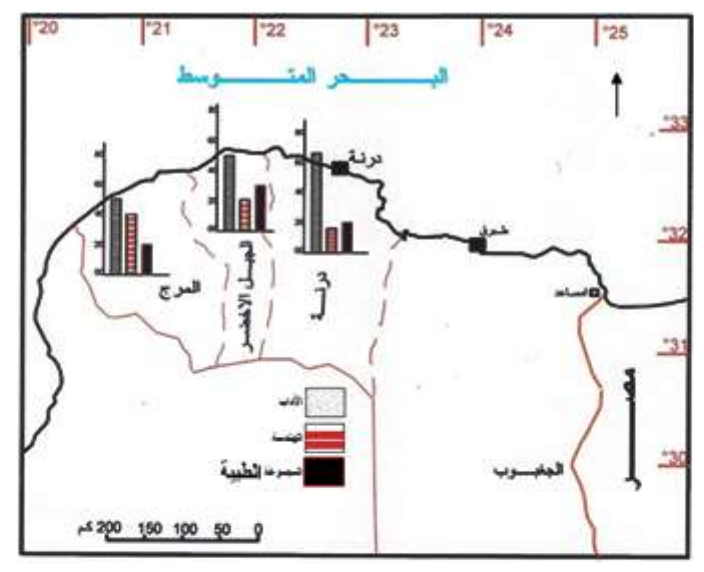
شكل 40 يبين رسم محورين عمودي ورأسي في نطاق المرج



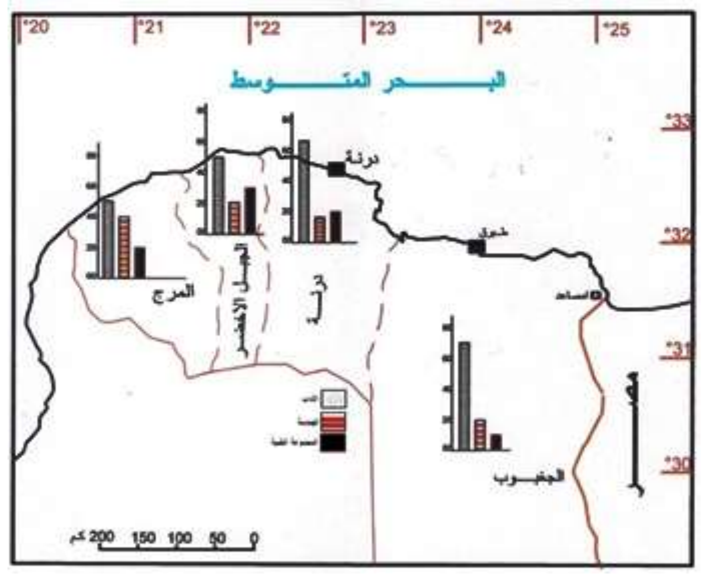
شكل 41 يبين تمثيل البيانات في نطاق المرج



شكل 42 يبين تمثيل البيانات في نطاق المرج والجبل الأخضر



شكل 43 يبين تمثيل البيانات في نطاق المرج والجبل الأخضر ودرنة



المصدر: (فتحي عبدالعزيز ابو راضي، 2008: 284)

شكل 44 يبين تمثيل البيانات في نطاق المرج والجبل الأخضر ودرنة والبطنان

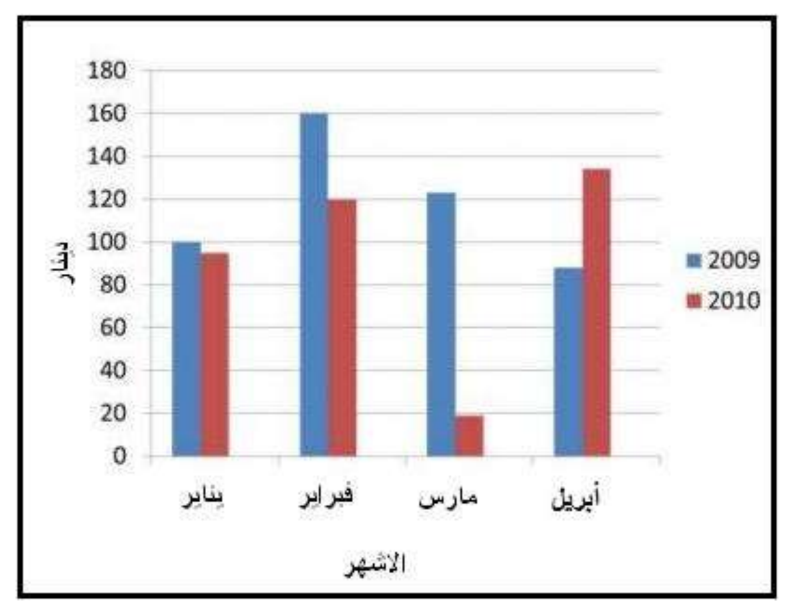
الأعمدة المتداخلة

يستخدم هذا النوع من الأعمدة للمقارنة بين ظاهرتين أو ثلاث ظاهرات خلال فترة زمنية المأخوذة، ويتم رسم الأعمدة بطريق بحيث تكون الأعمدة متلاصقة على المحور الأفقي لتوضيح كل ظاهرة لوحدها ثم يتم تظليل الأعمدة للتباين وكما في المثال التالي:

مثال : مطلوب رسم بياني بالأعمدة المتداخلة لمقارنة الدخل الشهري لمواطن في الهند (على سبيل المثال فقط) خلال السنتين (2009 –2010) وحسب الجدول (10) التالي:

جدول 10 يبين الدخل الشهري للمواطن في الهند خلال (2009-2010)

الدخل في الأشهر / السنة	في يناير (دينار)	في فبراير (دينار)	في مارس (دينار)	في ابريل (دينار)
2009	100	160	120	82
2010	90	120	20	130



المصدر: (فايز محمد العيسوي، 2011: 52)

شكل45 يبين الرسم البياني بطريقة الأعمدة المتداخلة للدخل الشهري

مصادر الفصل الثاني

1- فـايز محمـد العيسـوي(2011):خـرائط التوزيعـات البشـرية، دار المعرفـة الجامعيـة، شـارع سوتير، الإسكندرية، مصر، ص[23].

2- فتحي عبد العزيز أبو راضي (2008): خرائط التوزيعات البشرية ورسومها البيانية، دار المعرفة الجامعية، شارع سوتير، الإسكندرية، مصر.

3- فـايز محمـد العيسـوي(2011): خـرائط التوزيعـات البشـرية ، نفـس المصـدر السـابق، ص[191].

4- محمدمحمدسـطيحة (1974): الجغرافيـة العمليـة وقـراءة الخـرائط، دار النهضـة العربيـة للطباعة والنشر، بيروت، ص[161].

5- ....: الجغرافية العملية وقراءة الخرائط، نفس المصدر السابق ، ص[200].

6- أمانـة التخطـيط الليبية،مصـلحة المسـاحة(1978): الاطلـس الـوطني، شـركة ايسـليت لخدمة الخرائط، استوكهولم، السويد، ص[25].

7- فتحـي عبـد العزيـز أبـو راضـي (1998): الجغرافيـة العمليـة ومبـادئ الخـرائط، دار النهضة العربية، بيروت، ص[241].

8- فـايز محمـد العيسـوي (2011): خـرائط التوزيعـات البشـرية ، نفـس المصـدر السـابق، ص[195].

9- John I. Platt (1977): Elementary exercises upon maps, ThomasMurby publication of George Allen & Unwin, London, p_{28}.

10- أمانة التخطيط، مصلحة المساحة (1978): الأطلس الوطني، نفس المصدر السابق، ص 26.

11- محمد عبد الواحد، شكر علي خليل الصالحي (2009): الخرائط الجيولوجية، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء ،ليبيا،ص 22.

12- Robinson, A.H. (1960): Elements of Cartography, 2nd EdNew York, p140.

13- فتحي عبد العزيز أبو راضي (2008): خرائط التوزيعات البشرية ورسومها البيانية، نفس المصدر السابق، ص 257.

14- فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998): الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، نفس المصدر السابق، ص 260.

15- فايز محمد العيسوي (2011): خرائط التوزيعات البشرية ، نفس المصدر السابق، ص 204.

16- أمانة التخطيط، مصلحة المساحة (1978): الاطلس الوطني، نفس المصدر السابق، ص 73.

17- فايز محمد العيسوي (2011): خرائط التوزيعات البشرية ، نفس المصدر السابق، ص 35.

18- Robinson, A. H. (1960): Elements of Cartography,2nd Ed New York. P20.

19- فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998): الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، نفس المصدر السابق، ص 295.

20- فايز محمد العيسوي (2011) خرائط التوزيعات البشرية ، نفس المصدر السابق، ص 54.

الفصل الثالث
طرق إنشاء خرائط خطوط التساوي

طريقة التوزيع بخطوط التساوي أو الآيزوبلث Isopleths

يُعد تمثيل الظواهر الجغرافية من ابرز المشكلات التي كانت تواجه مصمم الخرائط ولم تكن التطورات التقنية الحالية معروفة آنذاك وكانت الجبال تمثل على الخرائط على هيئة صفوف من التلال المرسومة دون معرفة ارتفاعاتها الدقيقة ، ولقد تمكن العلماء من إيجاد أفضل طريقة لتمثيل معالم سطح الأرض على الخريطة وهي طريقة الخطوط الكنتورية Contour Lines (فلاح شاكر أسود، 1984: 399).

ومفهوم الخطوط الكنتورية (Contour Lines) يمكن تعريفها بأنها خطوط وهمية توصل النقاط ذات الارتفاعات المتساوية عن مستوى سطح البحر فيما يتعلق بمظاهر سطح الأرض وكما في الشكل (46) بحيث يضمن إظهار الأبعاد الثلاثية ، أو هي خطوط تصل النقاط ذات القيم المتساوية سواء أكانت تمثل درجات الحرارة ،أو الأمطار أو السكان.

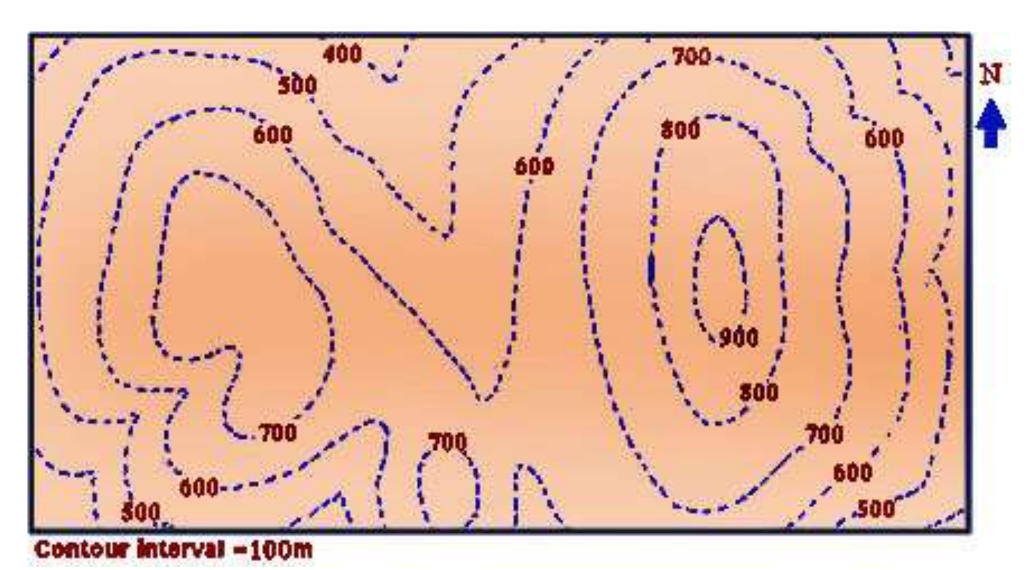
ومفهوم خط الكنتور هو مفهوم عالمي شائع (وهو مجرد الاسم الشائع لخط التساوي) الذي يربط جميع النقاط ذات الارتفاعات المتساوية (المناسيب المتساوية Equal Elevation) عن سطح المقارنة المعينة مثل مستوى سطح البحر (Sea Level) ومختصره (S.L.).

تعريف منسوب النقطة Point elevation

هو البعد الرأسي بين أية نقطة على سطح الأرض وبين سطح المرجع (سطح البحر) وتكون قيمة النقطة موجبة إذا كانت فوق مستوى سطح المرجع وسالبة إذا كانت تحته، علما بأن النقاط ذات المنسوب الصفر هي النقاط الواقعة عند مستوى سطح البحر و كما هو موضح في الشكل (47).

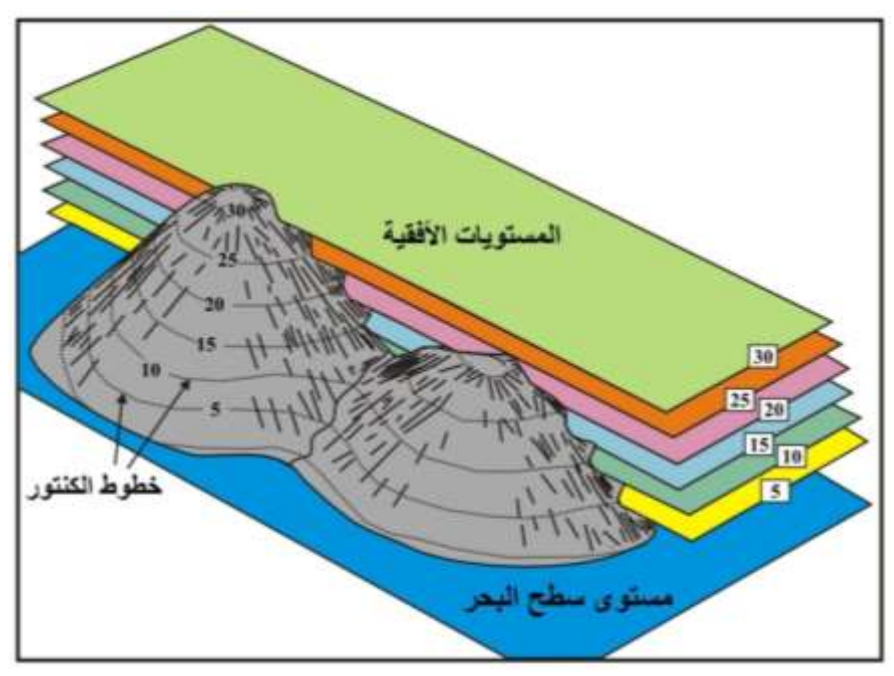
وبالنسبة إلى موضوعنا الرئيسي (طريقة التوزيع بخطوط التساوي) فيتم رسم خرائط خطوط التساوي أو (الآيزوبلث Isopleths) بنفس أسلوب الخطوط الكنتورية (فلاح شاكر أسود، 1974: 180).

ويتم تمثيل الظواهر (كما سبق عرضه في الفصل السابق) على الخرائط في أنماط مختلفة مثل النمط النقطي (عندما تشغل الظاهرة حجما صغيرا مثل المواقع الأثرية والمنازل أو المناجم فعندها يتم تمثيلها بالرموز النقطية)، بينما يتم تمثيل الطرق وخطوط السكك الحديدية والأنهار والحدود السياسية بالرموز الخطية ، في حين هنالك ظواهر أخرى ذات امتداد مساحي (وتشمل مساحات كبيرة) مثل الظواهر المناخية ودرجات الحرارة وأشكال سطح الأرض فيستوجب تمثيلها على هيئة مساحات في الخرائط وفي الفقرة التالية شرح خطوات رسم خطوط التساوي.



المصدر: (John I. Platt, 1977: 27)

شكل 46 الخطوط الكنتورية



المصدر: (فلاح شاكر أسود، 1984: 401).

شكل 47 يبين الخطوط الكنتورية والمستويات الأفقية

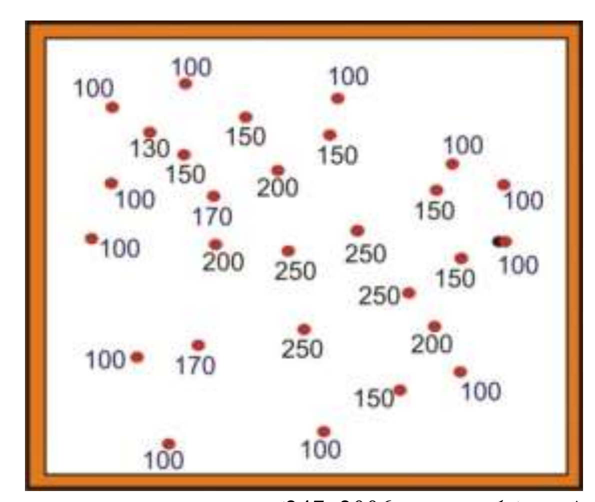
خطوات رسم خطوط التساوي

1. يتم الحصول على خريطة الأساس للمنطقة موضحا عليها الحدود الإدارية(شكر علي خليل، 2006: 246).
2. الحصول على البيانات سواء كانت قياسات أو إحصائية.
3. إدراج البيانات حسب مواقعها الإدارية وكلما توفرت البيانات الإضافية كلما كانت الدقة اكبر في رسم خطوط التساوي.
4. إذا كانت البيانات متجانسة فيتم اختيار إحدى القيم التي تتوسط المراكز الإدارية.

5. أما إذا كانت البيانات ذات الكثافات المتباينة فيتم اختيار عدة قيم كمراكز **إدارية**.
6. يتم حذف الحدود الإدارية وتحديد الفاصل الراسي لتسهيل معرفة عدد الخطوط التي يمكن رسمها.
7. يتم اختيار الفاصل الرأسي بناء على تجانس وكثافة المعطيات (البيانات المتوفرة) وفي المثال التالي تم اختيار الفاصل الرأسي (50).
8. يتم رسم خطوط التساوي بطريقتين وكما يلي:

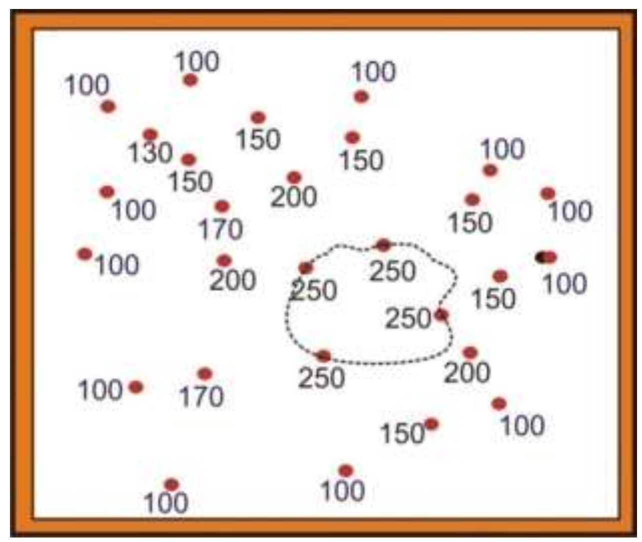
أولا: الطريقة المباشرة (Direct Application): إذا كانت البيانات المتوفرة متجانسة تقريبا كما في الشكل (48)، فيتم إتباع الخطوات التالية:

أ- كما هو واضح من الشكل (49) بأن القيمة (250) مكررة في مركز الشكل وبهذا نبدأ بتوصيل الأرقام التي تحمل قيما (250) وعلى أن يتم التوصيل حسب مواقعها واتجاهها، وكما يمكن تقدير مواضع الخطوط التقريبية.



المصدر: (شكر علي خليل، 2006: 247).

شكل 48 يبين البيانات المرصودة



المصدر: (شكر علي خليل، 2006: 247).

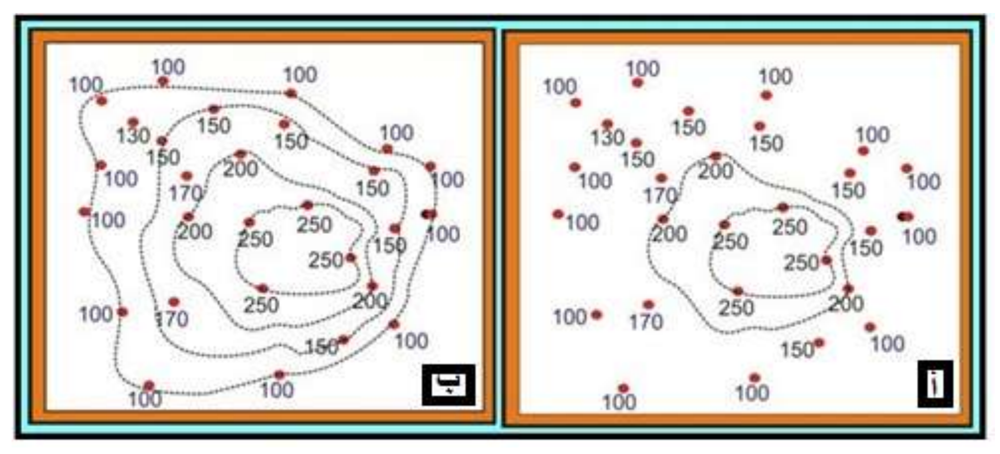
شكل 49 يبين طريقة رسم الخط الكنتوري الأول

ب- نختار فاصلا راسيا (مثلا 50) نحو الأعلى أو الأسفل ، وبما أن أعلى قيمة هي (250) ولا توجد قيم اكبر فيتم اختيار الأقل بفاصل (50) أي يتم اختيار (200) ثم توصيل جميع النقاط التي تحمل القيمة (200) ومن ثم توصيل القيم التي تحمل (150) وأخيرا (100) وكما في الشكل (50 أ ، ب).

ثانيا: طريقة الحشو Interpolation

أ- يتم رسم خطوط التساوي بين قيم المناسيب (Spotheight) عن طريق الإدراج أو الحشو (Interpolation).

ب- تعرف هذه الطريقة بالحشو أو الإدراج (interpolation) أي إدخال الخطوط بالاعتماد على القيمة المتوسطة بين نقط المناسيب التي تم رصدها فعليا على الأرض من قبل المساح.



المصدر: (شكر علي خليل، 2006: 248).

شكل 50 يبين طريقة رسم الخط الكنتوري الثاني والخطوط الباقية

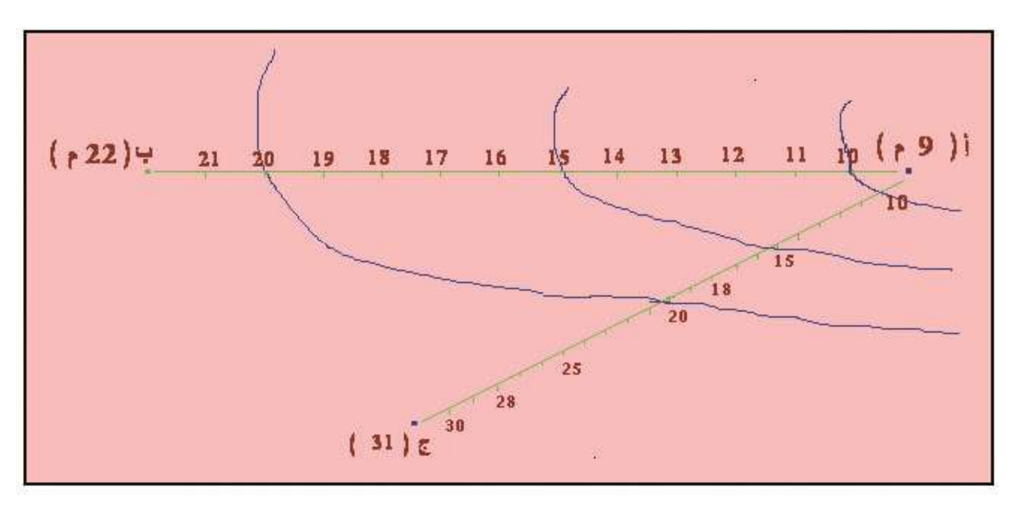
وفي كثير من الأحيان لا تتوفر بيانات كافية عن المناسيب والتي تعتمد أساسا على إمكانية رصدها، ولغرض رسم خطوط التساوي لتمثيل الظاهرة لابد من إجراء سلسلة من العلميات الحسابية لمعرفة عدد كبير من نقط المناسيب التي تتوسط البيانات والتي تم رصدها مسبقا ، ثم يتم رسم خطوط التساوي التي تمر من نقط الارتفاع المتوسط.

وعلى سبيل المثال فقد أجريت لموقع عملية رصد بثلاث نقاط (أ، ب، ج) وكانت مناسيبها (9، 22، 31)، و لكي نتمكن من إدراج خطوط التساوي بين هذه المناسيب وبفارق ثابت (5) وبالتالي تكون الخطوط التي نرغب في رسمها هي (10م ، 15م ، 20م) كما في الشكل (51) نقوم بإتباع الخطوات الآتية:

1. اختيار مقياس رسم مناسب وتحديد مواقع نقط المناسيب والمسافة بينهما وحسب مقياس الرسم.

2. رسم مستقيم بين النقطتين (أ، ب) ومنسوبيهما (9، 22).
3. تقسم المسافة على أقسام متساوية بحيث يمثل كل قسم (1 وحدة قيمية) وحسب الفرق العددي بين قيم النقطتين.

∵ الفرق بين المنسوبين = 13م.



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 184).

شكل 51 يبين رسم الخطوط الكنتورية بطريقة الإدراج (الحشو)

∴ يمكن تقسيم المسافة على (13) قسما ويمثل كل قسم وحدة واحدة.

4. تدون قيم التقسيمات البينية.
5. رسم مستقيم بين النقطتين (أ، ج) ومنسوبيهما (9، 31).
6. تقسم المسافة على أقسام متساوية بحيث يمثل كل قسم (1) وحسب الفرق العددي بين قيم النقطتين.

∵ الفرق بين المنسوبين = 22م.

∴ يتم تقسيم المسافة على (22) قسما و يمثل كل قسم مترا واحدا.

7. تحدد قيم التقسيمات البينية بين النقطتين (أ، ج).
8. بما أن الاختيار هو إدراج خطوط التساوي بفارق (5 متر)، وكانت الرغبة في رسم الخطوط (10، 15، 20)، تحدد مواقع هذه المناسيب على كلا المستقيمين (أب، أج).
9. ويتم توصيل المنسوب (10) على المستقيم (أب) مع المنسوب (10) على المستقيم(أج) وبذلك يتم الحصول على خط التساوي يمثل (10)، وتجرى العملية نفسها على المنسوب (15) وكذلك على المنسوب (20) وغيرها.

خصائص خطوط التساوي

1. يحمل كل خط قيمة كثافة التساوي.
2. لا تتقاطع أو تتقابل خطوط التساوي مع بعضها البعض.
3. في حالة تقارب خطوط التساوي فجأة بعد الرسم يعني أن هنالك عدم تجانس بين أنماط الكثافة سواء التي تمثل درجات الحرارة أو الأمطار أو السكان في الأقاليم والإقليم الذي يليه.
4. وإن تباعد خطوط التساوي أو تقاربها بشكل منتظم يعني أن هنالك تجانسا في الكثافة.
5. لا تحتاج خريطة التوزيعات المرسومة بطريقة خطوط التساوي إلى مفتاح للخريطة وذلك لان قيم الكثافة تكتب على الخطوط مباشرة.
6. عند استخدام التظليل أو التلوين في خريطة خطوط التساوي لابد من وجود مفتاح للخريطة يوضح التظليل أو التلوين.

أنواع خطوط التساوي

توجد عدة أنواع من خطوط التساوي تحت أسماء مختلفة وذلك تبعا للظاهرة التي تمثلها هذه الخطوط ومنها:

1. خطوط التساوي المترية وتسمى أيضا الأيزومتر أو (الخطوط الكنتورية Contour Lines) وهو في الواقع عبارة عن محاولة للتمييز بين نوعين من الخطوط يختلفان في دقة تحديد البيانات الإحصائية، وسيتم شرح الخطوط الكنتورية بشيء من التفصيل في الفقرات اللاحقة.
2. خطوط الحرارة المتساوية Isotherms: وهي نوع من أنواع خطوط التساوي وتعتمد أساسا على البيانات التي يتم أخذها من محطات الأرصاد ويمكن أن تكون هذه البيانات تخص معدل درجات الحرارة الشهرية أو السنوية لعدة سنوات أو البيانات التي تخص معدل سقوط الأمطار السنوية في منطقة ما، وتعكس خطوط التساوي لدرجات الحرارة مثلا في إقليم وامتدادها في الأقاليم الأخرى.
3. خطوط الضغط المتساوي Isobars: وتبين هذه الخطوط مواقع الضغط المتساوي اعتمادا على البيانات التي يتم أخذها من محطات الأرصاد الجوي.
4. خطوط الكثافة السكانية: وتعتمد خرائط خطوط التساوي السكانية على التباين المكاني للكثافة السكانية ثم توصيل الكثافات السكانية المتشابهة حيث يتم تمثيلها إما بخط التساوي السكانية أو تظليل المساحات البينية لخطوط التساوي.

فوائد خطوط التساوي Advantage of Isopleths

تعد النجاحات الكبيرة التي حققتها هذه الطريقة في تمثيل الظواهر وهي من أهم إنجازات التمثيل الكارتوغرافي ومن فوائدها:

1. تساهم في تقديم صورة إجمالية للتباينات (التموجات) في البيانات التي يتم رصدها للسطح مثل شكل الأرض وما يمثلها من النواحي الكثيرة مثل (الارتفاعات والمنحدرات).
2. تسهيل فهم وتوضيح درجة الكثافة السكانية.
3. توفير قياسات دقيقة عن الارتفاعات في نقاط محددة لمعالم سطح الأرض.

تطبيقات خطوط التساوي

أولا :استخدام خطوط التساوي في خرائط توزيعات السكان

عند رسم خريطة خطوط التساوي لتمثيل عدد السكان في الكيلومتر المربع الواحد، الدونم الواحد (2500 م^2)، الهكتار الواحد (10000م^2) أو نسبة الأرض المزروعة بأية غلة إلى مجموع مساحة الأرض المزروعة كاملة، عندها يجب إتباع الخطوات التي تسهم في فهم التوزيع دون اللجوء إلى قراءة البيانات لفترة طويلة (فايز محمد العيسوي، 2011: 235).

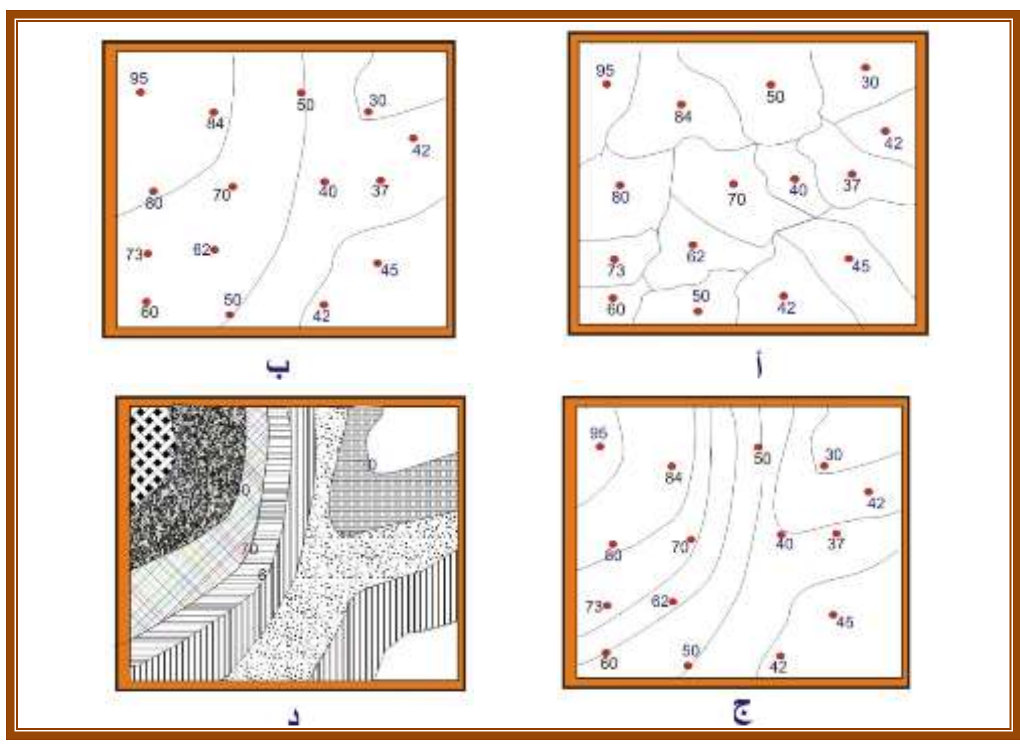
تُعد طريقة التوزيع بخطوط الأيزوبليث (خطوط التساوي) محدودة الاستخدام في خرائط للسكان (فتحي عبد العزيز أبو راضي، 2008: 57)، وهي تستخدم أساسا لتمثيل توزيعات السكان في الأقاليم الكبيرة وعلى مستوى القارات ومنها يمكن الحصول على استنتاجات لنطاق الكثافة السكانية ، ومن الأمثلة على ذلك خرائط الأطالس العامة التي تعكس بصورة عامة الكثافة السكانية على مستوى القارات.

ومن أهم عيوب التوزيع بخطوط التساوي للكثافة السكانية في إقليم معين هو عدم إظهار تفاصيل التوزيع لان تصميم الخريطة هو عبارة عن مجموعة من الدوائر المتداخلة والتي تتمركز حول المدن المنتشرة في الإقليم.

ومن فوائد استخدام خطوط التساوي لتوزيع السكان (على مستوى قارة) فإننا نحصل على الثقل السكاني أو النفوذ السكاني (Potential Population) ويمكن الاستفادة منها كمؤشر (Index) في تحديد نفوذ سكان منطقة معينة عند أية نقطة قريبة منها.

يبين الشكل (52 أ) معدل السكان في الكيلومتر المربع الواحد لكل منطقة، ويمكن رسم خطوط التساوي وكما يلي:

1. دراسة المعدلات السكانية ونرى بأن اقل رقم هو (30) وأعلى رقم (95).
2. نختار فاصلا رأسيا وليكن (10).



المصدر: (فتحي عبدالعزيز أبو راضي، 1998: 267).

شكل 52 خطوات توزيع السكان بخطوط التساوي (الايزوبليث)

3. نختار المعدل (50) ونرسم خط التساوي (50) حيث نبدأ بتوصيل الأرقام التي تحمل الرقم نفسه كما في الشكل (52 ب).
4. نرسم بقية الخطوط موازية للخط الذي تم رسمه وذلك باستخدام الفاصل الرأسي (10) صعودا مثل (60، 70، 80، 90) ونزولا مثل (40، 30) كما في الشكل (52 ج).
5. يمكن تضليل المساحات ما بين خطوط التساوي لتوضيح درجة الكثافة.

مصادر الفصل الثالث

1. فلاح شاكر اسود (1984): الخرائط والرسم الجغرافي، مكتبة الفلاح،الكويت، ص[399].
2. John I. Platt (1977): Elementary exercises upon maps,Thomas Murby publication of George Allen & Unwin, London, p_{27}.
3. فلاح شاكر اسود (1984): الخرائط والرسم الجغرافي، نفس المصدر السابق، ص[401].
4. محمد محمد سطيحة (1974): الجغرافية العملية وقراءة الخرائط، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، ص[180].
5. شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء – ليبيا، ص[247].
6. شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، نفس المصدر السابق، ص[248].
7. محمد محمد سطيحة (1974): الجغرافية العملية وقراءة الخرائط، نفس المصدر السابق، ص[184].
8. فايز محمد العيسوي (2011):خرائط التوزيعات البشرية، دار المعرفة الجامعية، شارع سوتير، الإسكندرية، مصر، ص[235].
9. فتحي عبد العزيز أبو راضي (2008): خرائط التوزيعات البشرية ورسومها البيانية، دار المعرفة الجامعية، شارع سوتير، الإسكندرية، مصر، ص[57].
10. فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998): الجغرافية العملية ومبادئ الخرائط، دار النهضة العربية، بيروت، ص[267].

الفصل الرابع
طرق تمثيل مظاهر سطح الأرض

أولا: خرائط تمثيل سطح الأرض

لقد مرت الخرائط الطبوغرافية بمراحل عديدة حتى وصلت إلى شكلها الحالي حيث يتم توضيح كافة تفاصيل معالم سطح الأرض المطلوبة إلى جانب إظهار البعد الثالث (التجسيم) للشكل من خلال الخطوط الكنتورية والتي تعتبر أساسا لمثل هذا النوع من الخرائط (Hayati Doganay, 2006: 67). وكان تمثيل معالم سطح الأرض على الخرائط من ابرز المشكلات التي كانت تواجه مصمم الخرائط ولم تكن التطورات التقنية الحالية معروفة آنذاك ، بحيث كانت الجبال تمثل على الخرائط على هيئة صفوف من التلال المرسومة دون معرفة ارتفاعاتها الدقيقة.

إن تطور التقنيات الحديثة وخصوصا جهاز (ثيدولايت Theodolitel، و Total Station، و GPS) وأجهزة المساحة الأخرى ومع تطور عمليات المساحة أدى إلى تذليل العقبات أمام تمثيل تضاريس الأرض على الخرائط بشكلها الحقيقي(شكر علي خليل، 2006: 52).

وتوجد طرق عدة لتمثيل مظاهر السطح على الخرائط ومنها:

1. طريقة رسم خطوط سميكة

وفيها يتم رسم خطوط سميكة بطول سلسلة جبلية لتوضيح الاتجاه العام لهذه الجبال والمواقع النسبية، ومن أهم عيوبها أنها لا تعطي أدنى فكرة عن البعد الثالث (الارتفاع).

2. طريقة رسم الصور الجانبية (بانوراما)

تعتمـد هـذه الطريقـة علـى اسـتخدام توزيـع الضـوء علـى المرتفعـات، ومنهـا ترسـم الارتفاعـات عـن طريـق تظليـل جوانبهـا، كمـا يراهـا الإنسـان في ضـوء الشـمس بحيـث تكـون الجوانب شديدة الانحدار أكثر تظليلا من الجوانب الأقل انحدارا. أما الأراضي المستوية فترسم خالية من التظليل وذلك لان الشمس تكون ساطعة عليها وبالتالي ليس لها ظل.

3. طريقة خطوط الهاشور Hachuring

تـتلخص هـذه الطريقـة برسـم خطـوط صـغيرة مسـتقيمة أو منحنيـة علـى طـول المنحدرات وبأشكال مختلفة من حيث الطول والسمك، حيث تكون سميكة ومتقاربة في المناطق الشديدة الانحدار، بينما تكون أقل سمكا وأكثر طولا في المنحدرات المعتدلة، وعليه فتكون سميكة ومتقاربة عند قمم الجبال ودقيقة ومتباعدة عند السفوح المعتدلة الانحدار، ومن خلال تلك الخطوط يمكن تحديد المناطق الشديدة الانحدار والمناطق المعتدلة أو المناطق السهلية التي تكون خالية من الخطوط كما تكون الأودية هي الأخرى خالية من الخطوط وكذلك القمم العليا للمرتفعات (شكر علي خليل، 2006: 52)، ويعتبر هذا الأمر هو من أهم عيوبها إذ أنها لا تميز بين منطقة مستوية على قمة هضبة مثلا أو مستوية أسفل المنحدر ،كما هو موضح في الشكل (53).

لقد لعبت هذه الطريقة دورا كبيرا في تمثيل المنحدرات وخصوصا في بداية القرن التاسع عشر بعد أن تم تطويرها من قبل مصمم الخرائط (ليمان Lehman).

4. طريقة الخطوط الكنتورية Contour lines

ترجع بدايات استخدام الخطوط الكنتورية إلى أواسط القرن الثامن عشر وتعد من أفضل الطرق في تمثيل معالم سطح الأرض على الخرائط، ولهذا يمكن القول بأن هذه الطريقة

جاءت بمثابة الإسعاف لمصممي الخرائط في التغلب على معظم أوجه النقص التي انتابت طرق تمثيل سطح الأرض، حيث لا توجد طريقة أخرى أفضل من هذه الطريقة في الوقت الحاضر.



المصدر: (محمد محمد سطيحة، 1974: 178).

شكل 53 يبين خطوط الهاشور

أ- مفهوم الخطوط الكنتورية Definition of contour lines

هي خطوط وهمية توصل النقاط ذات الارتفاعات المتساوية عن مستوى سطح البحر.

وهنالك تعريف آخر للخطوط الكنتورية بأنها خطوط الارتفاع المتساوي حيث يمر خط التساوي من النقاط التي تتساوى فيها قيمة منسوب هذه النقاط، أي أن قيمة أي نقطة على خط التساوي الواحد متساوية، فمثلا الارتفاع لخمسة أمتار فوق مستوى سطح البحر يعني بأن منسوب تلك النقطة هو خمسة أمتار، أي أن النقطة تقع على ارتفاع خمسة أمتار فوق مستوى سطح البحر (محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 74).

تعريف سطح المرجع Datum surface

هو عبارة عن سطح التسوية الذي تقاس منه جميع الارتفاعات ، وأن هذا السطح هو متوسط منسوب سطح البحر والذي اتفق دوليا ليكون ارتفاعه صفرا(محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 75). والمقصود بمستوى سطح البحر هنا ليس البحر المجاور للظاهرة وإنما المستوى العام للبحار والمحيطات التي تتصل مع بعضها فتشكل منسوبا واحدا تقاس على أساسه كل الظواهر في العالم ارتفاعا وانخفاضا، ويمثل هذا المنسوب صفرا، فإذا كانت الظاهرة فوق المنسوب تكون مرتفعة، وأقل من المنسوب منخفضة، حيث توجد بعض البحيرات على منسوب أعلى من مستوى سطح البحر بآلاف الأمتار، مثل بحيرة نيتي كاكا في أمريكا الجنوبية التي تقع على ارتفاع حوالي (4000م) فوق مستوى سطح البحر. وهناك بحار أخرى دون مستوى سطح البحر مثل البحر الميت الذي يصل إلى حوالي (400م) دون مستوى سطح البحر.

تعريف منسوب النقطة Point elevation

هو البعد الراسي بين أية نقطة على سطح الأرض وبين سطح المرجع (سطح البحر) وتكون قيمة النقطة موجبة إذا كانت فوق مستوى سطح المرجع وسالبة إذا كانت تحته، علما بأن النقاط ذات المنسوب الصفر هي النقاط الواقعة عند مستوى سطح البحر.

ب- خصائص الخطوط الكنتورية Characteristics of contour lines

1- لا تتقاطع خطوط الكنتور مع بعضها البعض إلا في بعض الحالات الخاصة جدا مثل وجود كهف ولكن يمكن أن تتقارب مع بعضها البعض تقاربا شديدا في حالات الانحدارات الشديدة.

2- جميع خطوط الكنتور تحمل قيما تدل على منسوب النقاط التي تمر منها.

3- توجد مسافة معينة بين كل خط كنتوري وآخر وكلما تقاربت الخطوط من بعضها دل على شدة الانحدار بينما إذا تباعدت الخطوط دلت على المناطق الأقل انحدارا، وفي حالة تساوي المسافة بين الخطوط الكنتورية المتجاورة تدل على انتظام ميل السطح.

4- إذا كانت تضاريس المنطقة تحتوي على مرتفعين بينهما منخفض (وادي) فإن قيمة الخطوط الكنتورية سوف تتكرر على الجانبين.

5- تتراجع الخطوط الكنتورية نحو منبع المجاري المائية في الأودية الجافة والنهرية وبذلك يمكن الاستدلال على منابع المجاري المائية من خلالها.

6- يكون الفرق بين قيمة خط كنتوري وآخر متجاور ثابتا، أي أن الفرق بين قيمة الخط الأول والثاني يساوي الفرق بين قيمة الخط الثاني والثالث.

ج- فوائد الخطوط الكنتورية Advantages of contour lines

1- من خلال الخطوط الكنتورية يمكن التعرف على طبيعة المنطقة ، فإذا احتوت الخريطة على الخطوط الكنتورية المقفلة فإن تزايد مناسيب الخطوط إلى الداخل يدل على وجود

مرتفـع في الموقـع، أمـا إذا كانـت المناسيب تتنـاقص إلى الـداخل فإنها تـدل علـى وجـود منخفض في الموقع كما هو موضح في الشكل (54).

2- يمكن تمثيل التضاريس على الخريطة بالأبعاد الثلاثية(Robinson A. H., 1960: 70).

3- يمكن حساب درجة الانحدار، ومعدل الانحدار، والنسبة المئوية للانحدار من خلال قيم الخطوط الكنتورية وكذلك نوع وشكل الانحدار (سوف يتم توضيحه لاحقا).

4- يمكن رسم القطاعات.

5- تخطيط المشاريع مثل تقدير حجم المياه أمام سد ترابي أو تقدير حجم أتربة الحفر لإقامة مشروع على منطقة متضرسة أو شق طريق بدرجة ميل معينة في المناطق الوعرة ... الخ، وذلك بالاعتماد على الخطوط الكنتورية.

6- يمكن إيجاد حجم المرتفع وسعة المنخفض من خلال الخطوط الكنتورية.

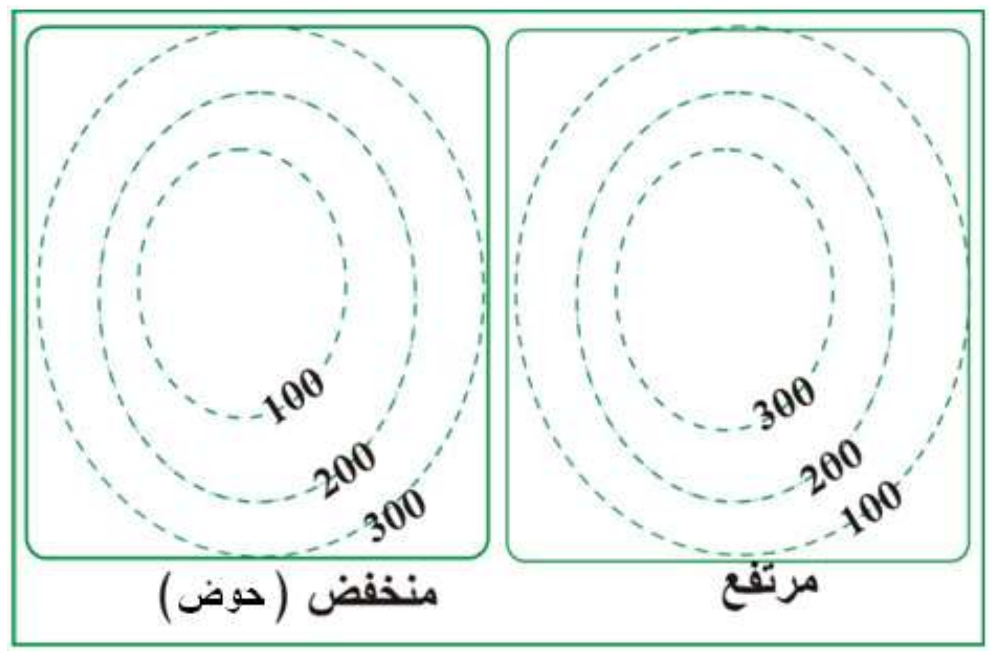
د– طريقة رسم الخطوط الكنتورية Drawing of contour lines

توجـد عـدة طرق في رسـم الخطـوط الكنتوريـة منهـا الحديثـة الـتي تزامنـت مـع تطـور التقنيات الحديثة بالإضافة إلى الطرق التقليدية ومن هذه الطرق:

1- استخدام نظام تحيد الموقع العالمي عبر الأقمار الصناعية (Global Position system) واختصاره **(GPS)** لرسم الخطوط الكنتورية.

2- استخدام الصور الجوية في رسم الخطوط الكنتورية.

3- رصد مناسيب النقاط في الموقع لرسم الخطوط الكنتورية.



المصدر: (محمد صبري محسوب سليم، **1999**: **152**).

شكل 54 يبين تزايد قيم الخطوط الكنتورية في موقع وتناقصه في موقع آخر

أولا: استخدام نظام تحديد الموقع العالمي واختصاره (GPS) لرسم الخطوط الكنتورية

تم ابتكار وتصميم نظام (GPS) من قبل وزارة الدفاع الأمريكية سنة 1973 بهدف تحديد مواقع القطعات العسكرية والمركبات بالدقة العالية بالإضافة إلى الأمور الأمنية الأخرى، وبعد فترة طويلة تم السماح باستخدامه للأغراض المدنية.

إن نظام تحديد الموقع العالمي (GPS) وقد تجده أيضاً تحت اسم -NAVASTAR) GPS) وهو اختصار (Navigation Satellite Timing and Ranging Global Position System) وهذه الإضافة هي الإشارة إلى دور الأقمار الصناعية في هذا النظام، (جمعة محمد داود، 2010: 120).

يعتمد هذا النظام على منظومة متكاملة من الأقمار الصناعية التي تعمل في نظام يطلق عليه (Sophisticated Network of Satellites) ويتكون من (24 -32) قمر اصطناعي يتم استخدام (24 قمراً) منهم فقط والباقي احتياط.

تقوم هذه الأقمار بعملية مسح الكرة الأرضية مرتين كل (24 ساعة) في ثماني مستويات وكل مستوي يحتوي على (3 أقمار) بالإضافة إلى الأقمار الاحتياطية، وتصل سرعة هذه الأقمار أثناء الدوران إلى (11300 كم/ساعة) وبارتفاع حوالي (20372 كم) عن الأرض. ومهمة هذه الأقمار هي تزويدنا بإحداثيات سطح الأرض خاصة في المناطق التي تمر من فوقها ويتم تأمين تلك البيانات عن طريق أجهزة استقبال (GPS) صغيرة تشبه الهاتف النقال، وعند استخدام جهاز (GPS) لابد أن يكون الجهاز في مكان مكشوف للفضاء لكي يكون الجهاز مرئيا من قبل الأقمار لتزويد الجهاز بالبيانات المطلوبة، (داود، 2010: 122).



المصدر: (شكر علي خليل، 2012: 135).

شكل 55 يبين الأقمار الصناعية

تـتم عمليـة تحديـد الموقـع بطـريقتين ، الأولى عـن طريـق مـا يعـرف بإزاحـة دوبلـر (Doppler Shift) للموجات الكهرومغناطيسية المستقبلة من الأقمار الصناعية، علما بأن هذه الإزاحة ناتجة من السرعة النسبية بين الأرض و الأقمار الصناعية. أما الطريقة الثانية لتحديد الموقع تعتمد على قياس التأخير الزمني بين الموجات الكهرومغناطيسية المستقبلة من الأقمار الصناعية.

ويعتمد نظام (GPS) على ثلاث مقومات رئيسية وهي:

1- الأقمار الصناعية التي تدور حول الأرض (كما سبق ذكرها).

2- مستقبلات نظام (GPS)

وهي عبارة عن أجهزة استقبال (GPS) التي تتكون من دوائر الكترونية يتحكم بها معالج دقيق (Microprocessor) وهي التي تستقبل الإحداثيات وتدل على موقعنا واتجاه سيرنا على الأرض وتتباين دقتها من جهاز إلى آخر حسب نوعية الجهاز.

ومهمة مستقبلات نظام (GPS) هي تحديد موقع هذه الأقمار الصناعية وحساب المسافة بينها وبين الأقمار المرئية ومن ثم الاستفادة من هذه المعطيات في تحديد إحداثيات موقع المستقبلات على الأرض.

يعتمد مستقبل (GPS) على الموجات الراديوية التي هي موجات كهرومغناطيسية تنتشر بسرعة الضوء، ويتم حساب المسافة التي تفصله عن الأقمار الصناعية عن طريق حساب الفترة الزمنية التي تستغرقها هذه الموجات لقطع المسافة.

تُعد عملية قياس المسافة في هذا النظام من الأمور المعقدة وتحتاج إلى إتقان شديد حيث تتم على أساس مبدأ قياس زمن سير الإشارة من القمر الصناعي إلى مستقبل (GPS). وتبدأ عملية قياس المسافة مع تشغيل جهاز استقبال (GPS) حيث يبدأ القمر الصناعي

بإرسـال سلسـلة رقمية طويلـة ذات ترميز عشـوائي وفي نفـس الوقـت يبـدأ المسـتقبل بتوليـد سلسـلة مطابقـة تماماً ، وعنـدما تصـل إشـارة القمر إلى المسـتقبل سـتكون السلسـلة المسـتقبلة متأخرة عن السلسلة المولدة بمقدار زمن مسير الإشارة عندها يقوم المستقبل باستخدام معادلة المسافة (المسافة = الزمن x السرعة) باعتبار سرعة وصول الإشارة هي سرعة الضوء، ولكي تكون العملية بهذه الدقة فإن كلاً من المستقبل والقمر الصناعي بحاجة لساعة توقيت يمكن مزامنتها من رتبة (Nanosecond).



المصدر: (www.garmin.co).

شكل 56 يبين جهاز GPS

إن مبدأ عمل مستقبلات نظام (GPS) ليس بالأمر المعقد كما في حساب المسافة وتكفي أن تكون مرئيا لثلاث أقمار لتحديد موقع المستخدم لجهاز (GPS) والزيادة في عدد الأقمار المرئية إنما هي لزيادة الدقة، وبمعرفة بُعدك عن احد الأقمار فإنك ستكون على سطح

دائرة يبلغ نصف قطرها مقدار هذه المسافة ولكن موقعك يكون إحدى نقاط محيط هذه الدائرة، وبمعرفة بعدك عن القمر الثاني ستنتج دائرتين تتقاطعان في نقطتين فقط ويكون موقعك إحدى هاتين النقطتين ، وفي حالة معرفة بُعدك عن القمر الثالث ستتقاطع الدوائر الثلاثة في نقطة واحدة مشتركة فقط وهذه النقطة هي موقعك الدقيق، وسوف يتم توضيح تحديد الموقع والمسافات بالتفصيل في الفقرة اللاحقة.

3- محطات التحكم الأرضية

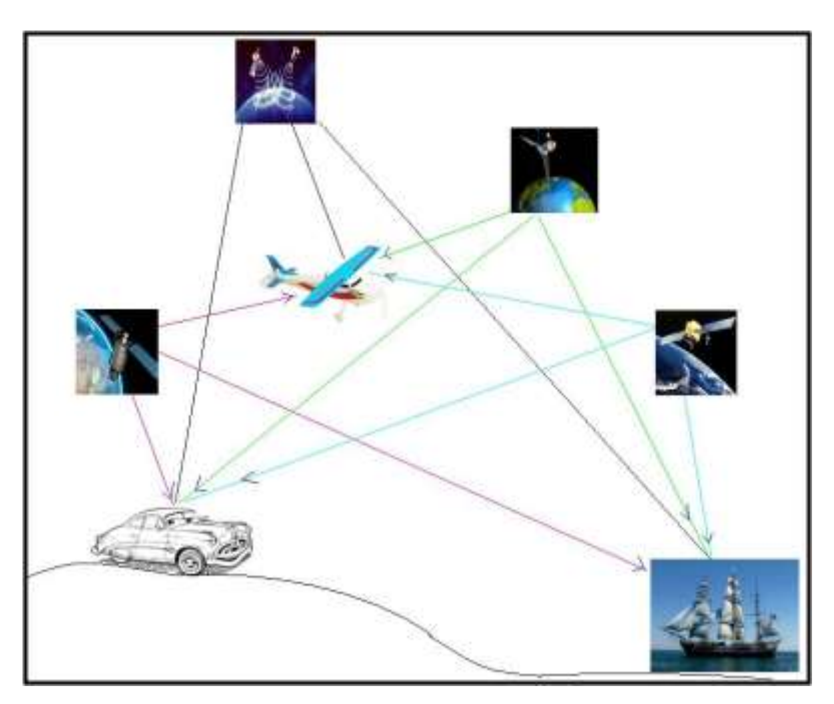
وتتلخص عملها في التحكم ومراقبة الأقمار الصناعية وتزويدها بالبيانات والمعلومات المهمة لكي يتم حساب الإحداثيات بشكل دقيق ومثال ذلك وجود محطة التحكم الرئيسية للنظام في ولاية كولورادو (Colorado) الأمريكية وتتبعها خمسة محطات أخرى حول العالم بالإضافة إلى محطات للرصد.

تتباين ظروف الملاحة باستخدام محطات الإرسال الأرضية عن الملاحة بالأقمار الصناعية لان الملاحة الأولى ثابتة بينما الأقمار الصناعية غير ثابتة ومستمرة في الحركة حول الأرض فكيف يمكن التعامل معها، وللإجابة على السؤال فإن كل قمر صناعي له مدار معلوم ومن أهم واجبات الجهة المسئولة في نظام الأقمار الصناعية أن تراقب كل قمر وتحدد موقعه بكل دقة وفي كل لحظة من خلال محطات التحكم الأرضية ولذلك سيكون كل قمر صناعي بمثابة نقطة مرجعية كما في (الشكل60).

طريقة تحديد المواقع باستخدام نظام (GPS)

إن محطات التحكم الأرضية التي سبق ذكرها في الفقرة السابقة يتم فيها استقبال الإشارات من الأقمار الصناعية التي ترسل موجات راديوية بالتردد (1575.42 هرتز Hertz أو 1.5 جيجا هرتز تقريبا) وتتضمن هذه الإشارات على البيانات الخاصة بالأرض ثم تقوم

هـذه المحطـات بإرسـال إشـارات أخـرى لتزويـد الأقمـار بمعلومـات مهمـة لكـي يعمـل القمـر بشكل أفضل مثل موقع القمر ومداره في تلك اللحظة بالتحديد ومن ثم يقوم القمر بتزويد أجهزة استقبال (GPS) بالمعلومات الخاصة بموقعه.



المصدر: (شكر علي خليل، 2012: 125).

شكل57 يبين الملاحة للأهداف المتحركة

لقد توصل العلماء قبل بدء عصر الأقمار الصناعية إلى تحديد المواقع بالاعتماد على الموجات الكهرومغناطيسية (Electromagnetic) أو الراديوية بينما اعتمدوا في هذه الطريقة على قياس الزمن الذي تستغرقه الموجة بين محطات الإرسال (Transmitting Satellite)

وجهاز الاستقبال في الذهاب والعودة ثم حساب المسافة بدلالة الزمن والسرعة من خلال القانون الرياضي المعروف:

المسافة = الزمن × سرعة الموجة

حيث أن:

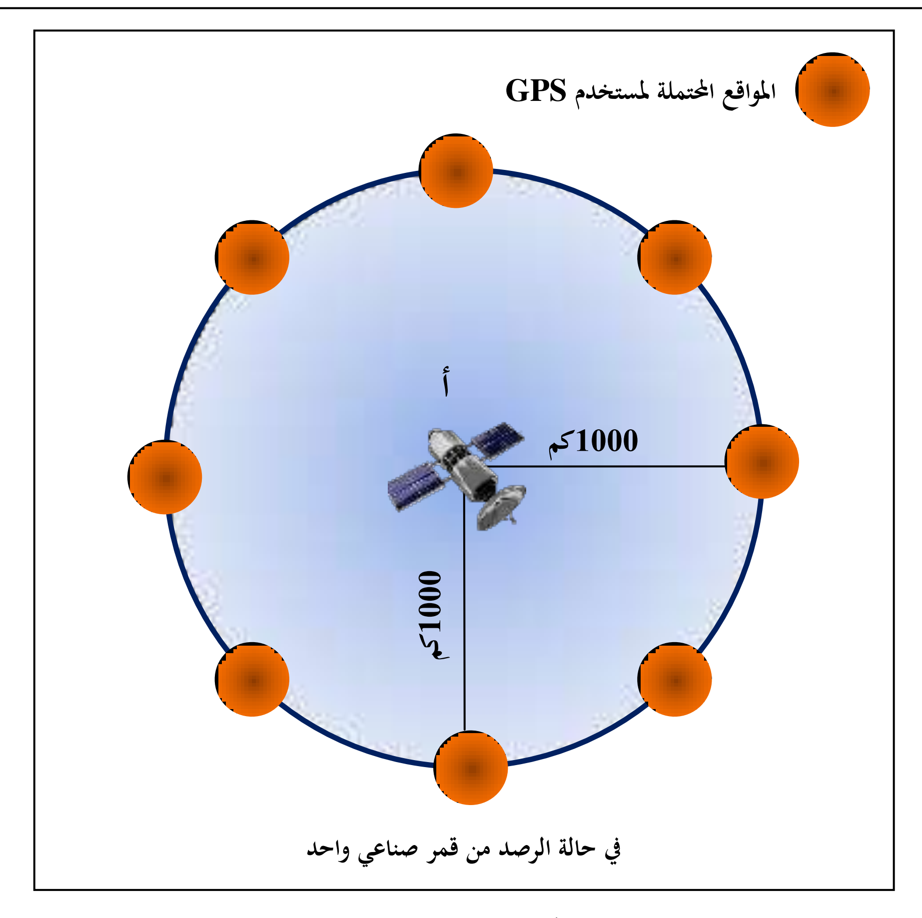
المسافة: هي المسافة بين محطة الإرسال وجهاز الاستقبال.

الزمن: الزمن الذي تستغرقه الموجة في الذهاب والعودة.

السرعة: باعتبار سرعة الموجة تعادل سرعة الضوء وهي (3×10^{5} كم / ثانية).

ويمكن توضيح طريقة تحديد موقعنا على سطح الأرض من خلال الخطوات التالية:

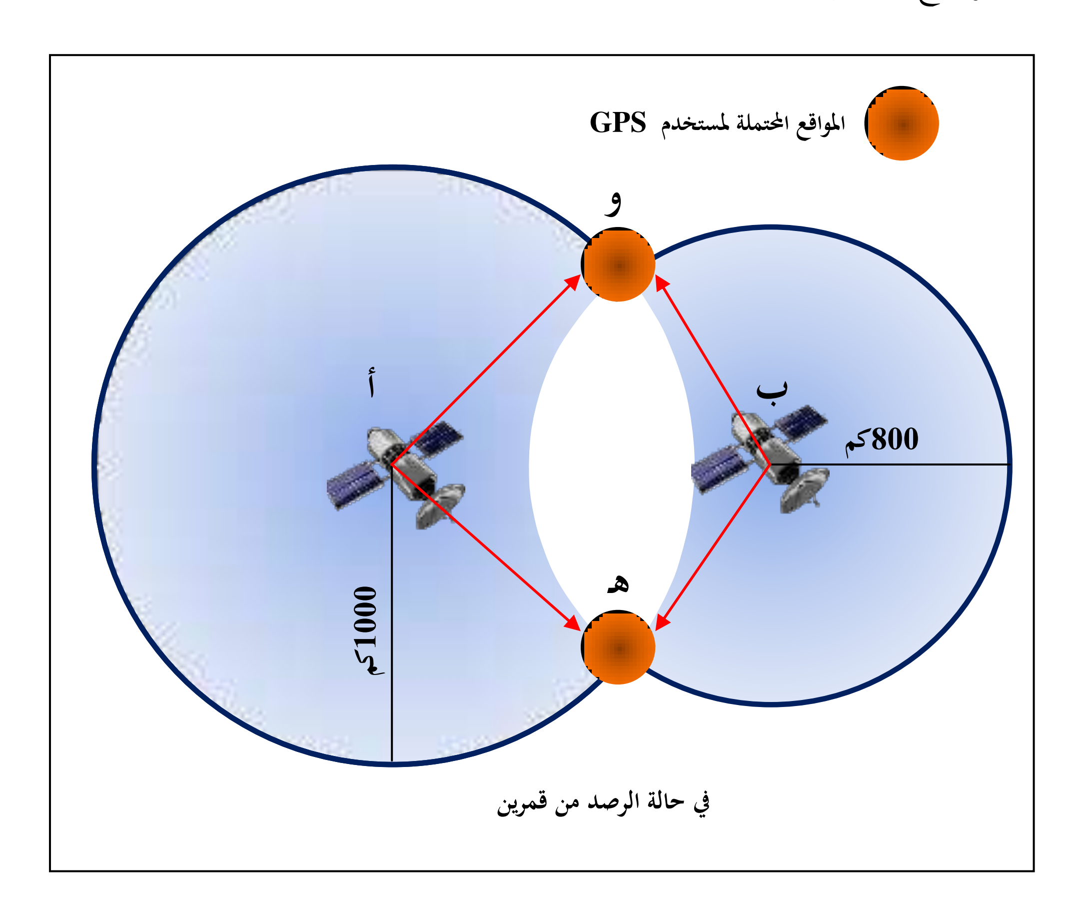
1- إذا كان المستخدم لجهاز استقبال بيانات نظام (GPS) واقفا في موقع غير معلوم على الأرض ومرئيا لقمر اصطناعي واحد فقط يبث موجات الراديو من الفضاء فإن جهاز الاستقبال يقوم بقياس المسافة بينه وبين القمر بسرعة الضوء من خلال القانون الرياضي أعلاه، وإذا تبين بأن المسافة على سبيل المثال (1000 كم) أي أن المسافة بين المستخدم للجهاز وبين القمر (1000 كم)، وبما أن القمر يبث الموجات في كل الاتجاهات على شكل دائرة وبذلك يكون موقع الشخص بالنسبة إلى القمر في إحدى النقاط على محيط دائرة نصف قطرها (1000 كم) ومركزها (أ) على سبيل المثال كما في (الشكل 58)، أي أننا لا نستطيع تحديد موقعنا بالضبط.



شكل 58 يبين الرصد من قمر واحد

2- إذا كان المستخدم لجهاز الاستقبال مرئيا لقمر ثانٍ وتم حساب المسافة بنفس الطريقة السابقة بينه وبين القمر الثاني ولنفرض كانت (800 كم) وبذلك يكون المستخدم واقفا أيضاً على محيط دائرة نصف قطرها (800 كم) ومركزها (**ب**) وعندها تتقاطع الدائرتان في نقطتين كما في (الشكل59) ويتبين من الشكل بأن موقع المستخدم يكون في

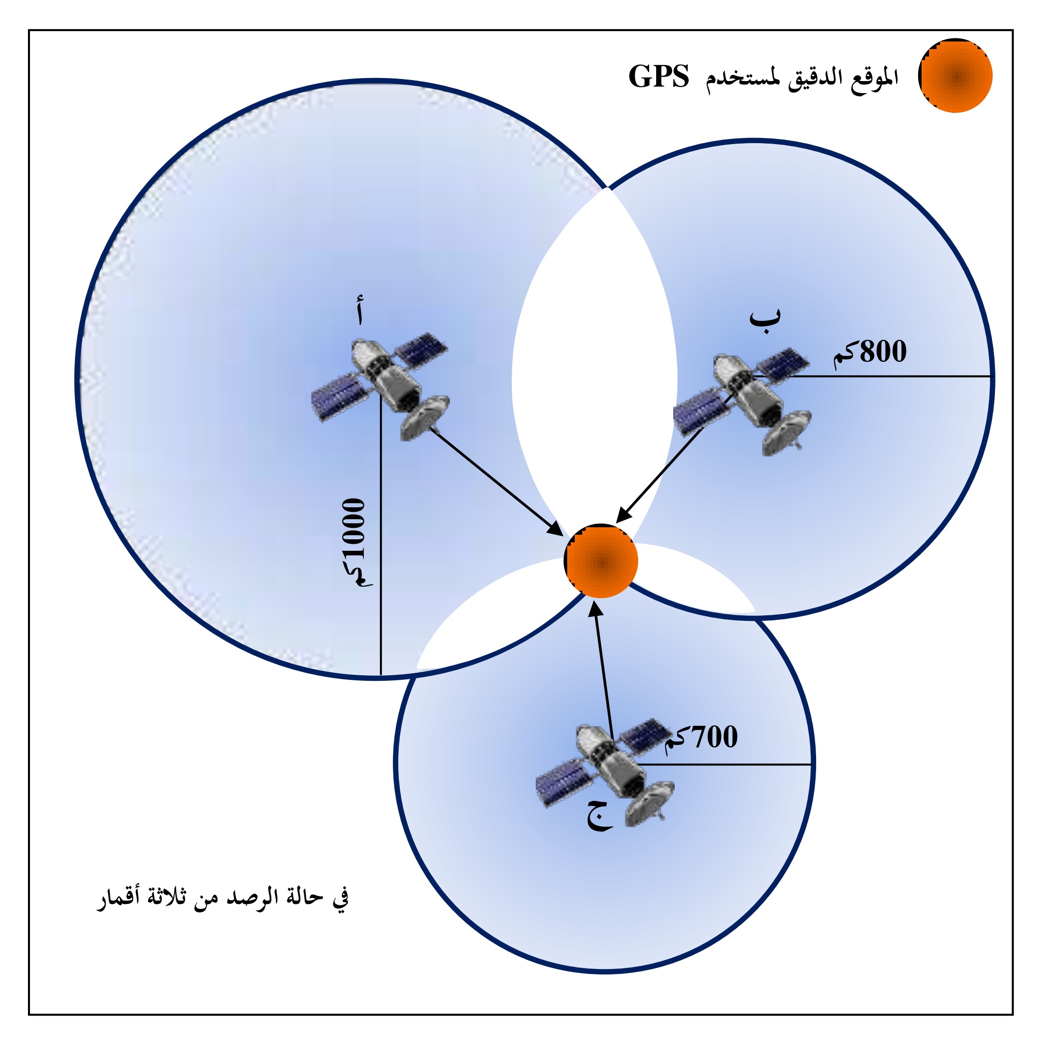
إحدى هاتين النقطتين (و ، هـ) وهذا يعني بأننا لم نتمكن من تحديد الموقع بالدقة أيضاً ونحتاج الى قمر ثالث.



شكل59 يبين الرصد من قمرين

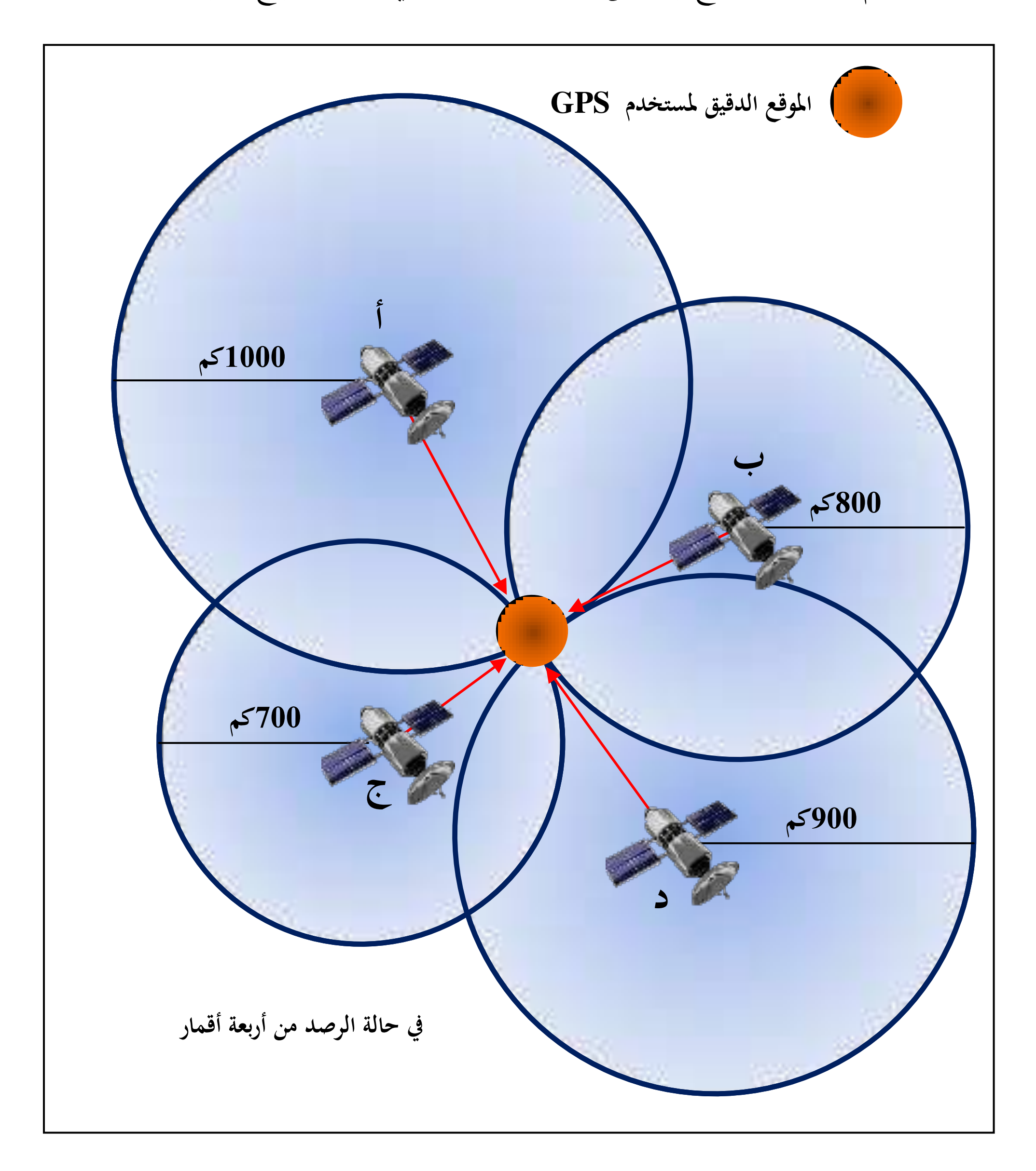
3- إذا كان المستخدم لجهاز الاستقبال مرئيا لقمر ثالث وتم حساب المسافة بنفس الطريقة السابقة بينه وبين القمر الثالث ولنفرض كانت (700 كم) وبذلك يكون المستخدم واقفا

أيضاً على محيط دائرة نصف قطرها (700 كم) ومركزها (ج) وبتقاطع الدوائر الثلاثة ينتج نقطة مشتركة واحدة وتكون هذه النقطة هي موقع المستخدم لجهاز (GPS) بالدقة كما في (الشكل60).



شكل60 يبين الرصد من ثلاثة أقمار

4- إذا ما تم إضافة قمر رابع وخامس فإن كفاءة الجهاز في تحديد الموقع تكون عالية جدا.



شكل 61 يبين الرصد من أربعة اقمار

أنواع الأقمار الصناعية

يمكن تقسيم الأقمار الصناعية بصفة عامة إلى مجموعات وكما يلي:

1- الأقمار الصناعية لدراسة موارد الأرض Earth Resources Satellite

وهي الأقمار الصناعية الخاصة بدراسة الطقس والبحار ولاستشعار عن بعد (Remote Sensing).

2- الأقمار الصناعية الملاحية Navigation Satellite

إن الهدف الرئيسي من هذه الأقمار هو تزويد الأجهزة المتصلة بها بالبيانات الخاصة عن:

أ- الملاحة الجوية والفضائية.

ب- الملاحة البحرية.

ج- الملاحة الأرضية.

وتأتي ضمن هذه المجموعة نظام (GPS) ونظام غاليلو (Galileo) ونظام دوبلر(Doppler) ونظام جلوناس (Glonass).

3- الأقمار الصناعية للاتصالات Communication Satellite

وهي الأقمار التي تساعد في نقل البث الإذاعي والتلفزيوني وتوزيعها على معظم أجزاء سطح الأرض وبذلك يمكن التغلب على مشكلة كروية الأرض التي تعيق عملية النقل المباشر للبيانات.

انواع نُظم تحديد المواقع في العالم

إن نظام تحديد الموقع العالمي (GPS) كما سبق ذكره هو نظام تم تطويره من قبل الولايات المتحدة الأمريكية ولكنه ليس النظام الوحيد في العالم فهنالك دول أخرى ابتكرت أنظمة أخرى لا تختلف أهميتها عن (GPS) وكما يلي:

1- نظام جاليليو (Galileo) الذي طوره الاتحاد الأوربي.

2- نظام جلوناس (GLONASS) الذي تم تطويره من قبل الاتحاد السوفيتي وأعيد تطويره مجددا في السنوات الأخيرة حيث أصبح منافسا لنظام (GPS) الأمريكي.

3- نظام بايدو (BEIDOU) الذي طورته جمهورية الصين.

استخدامات نظام تحديد الموقع العالمي (GPS)

انطلاقا من مبدأ أن تطور المجتمعات في القرن الحادي والعشرين أصبح يقاس بالمتاح للمجتمع من وسائل وخدمات تكنولوجيا المعلومات والاتصالات وما وصلت إليه هذه الخدمات من تطور، وقد شاع استخدامه في الكثير من دول العالم وتعددت تطبيقاته العملية فمثلا نادرا ما نجد سيارة حديثة بدون جهاز تعقب يعمل بنظام (GPS) وكذلك أجهزة الهواتف الذكية حيث يتم تجهيزها بشريحة (GPS) ومن خلال هذا النظام نستطيع تعقب أجهزتنا عند تعرضها للسرقة، وفي ما يأتي اهم استخدامات هذا النظام:

1- تحديد إحداثيات أية موقع.

2- استخدام نظام (GPS) في رسم الخرائط الكنتورية (contour lines).

يعتمد مبدأ رسم الخرائط الكنتورية على توصيل الارتفاعات المتساوية عن مستوى سطح البحر (مناسيب المواقع) من خلال الحصول على منسوب كل نقطة يتم تحديدها، وبما أن النظام يزودنا بالمعلومات المتنوعة ومنها إحداثيات النقطة (درجة خط الطول ودائرة

العرض) وكذلك ارتفاعها عن مستوى سطح البحر (منسوبها) وبعد تسجيل مناسيب النقاط يمكـن توصـيل نقـاط الارتفـاع المتشـابهة للحصـول علـى خطـوط دائريـة متوازيـة ومطابقـة لطبوغرافية المنطقة.

1- تحديد حدود تكوين جيولوجي أو تحديد امتداد الصد وع أو الطيات وذلك باستخدام أجهزة (GPS).

2- استخدام نظام (GPS) في عرض جميع الخرائط الخاصة بالمدن والدول والشوارع بما فيها موقعنا على الخرائط ومتابعة بُعدنا عن الأماكن المطلوبة الوصول إليها كذلك حفظ خطوط السير بالإضافة إلى معرفة أماكن الجامعات والمستشفيات والمطاعم والأماكن السياحية.

3- استخدام نظام (GPS) في الملاحة الجوية تم إجراء العديد من التجارب من قبل وكالة ناسا (NASA) على استخدام هذا النظام في الطائرات وبعد نجاح التجارب تم استخدام نظام (GPS) وبشكل واسع في إرشاد الطائرات المروحية وطائرات نقل المسافرين وبدأت الطائرات تستخدمه لتحديد الطرق الجوية ومناطق الاقتراب من المطارات وكذلك عند القيام بمناورات الهبوط (الآلية والبصرية) في الأجواء الضبابية وكذلك في المسح الجوي.

4- استخدام نظام (GPS) في الملاحة البحرية يتم استخدام هذا النظام من قبل البواخر والقوارب لتحديد موقعها من خلال إحداثياتها (خطوط الطول ودوائر العرض Longitude and Latitude) حيث توفر أجهزة (GPS) جميع المساعدات للملاحة البحرية.

5- استخدام نظام (GPS) في إدارة الموارد الطبيعية يمكن استخدام هذا النظام في إدارة الغابات خاصة عند مسح الغابات بالطائرات المروحية المزودة بأجهزة (GPS) في رسم خرائط تفصيلية دقيقة لها خلال فترة زمنية وجيزة.

عند تحيد موقع نقطة ما باستخدام نظام (GPS) نحصل على إحداثيات النقطة وهذه الإحداثيات هي درجات الزاوية التي تصنعها خطوط الطول ودوائر العرض (التي تمر من هذه النقطة) مع مركز الأرض وهذا يعني بأن هذا النظام يعتمد بالأساس على الاستفادة من:

أ- خطوط الطول الممتدة من نقطة القطب الشمالي إلى نقطة القطب الجنوبي.

ب- ودوائر العرض الممتدة حول الكرة الأرضية.

أولا : خطوط الطول Meridians (or Longitudes)

هي عبارة عن أنصاف دوائر (وهمية) تصل بين القطب الشمالي والقطب الجنوبي حيث أن كل نصفي دائرة متقابلين يشكلان دائرة عظمى قاطعة خط الاستواء ودوائر العرض الأخرى، ويكون طول محيطها مساويا إلى طول محيط الأرض (شكر علي خليل، 2006: 180)، وتسمى خطوط الطول أحيانا بخط الزوال، ولقد اعتبر الخط المار بمدينة (غرينتش Greenwich) القريبة من مدينة لندن، خطا أساسيا في ترقيم الخطوط الباقية؛ علما بأن خطوط الطول ودوائر العرض ما هي إلا مقدار الزاوية التي تصنعها هذه الخطوط مع مركز الأرض؛ ولهذا تُعد من إحدى شبكات الإحداثيات العالمية.

ولقد تم ترقيم خط الطول الرئيسي (خط الزوال الرئيسي) بخط الصفر أي أن درجة خط غرينتش(Greenwich) يساوي الصفر.

وقد قسمت الكرة الأرضية إلى (360) خط طول ، بحيث تقع نصفها إلى يمين خط (غرينتش) أي إلى شرقه والنصف الآخر إلى يساره أي غربه ، وبذلك أصبح لدينا (180) خط طول إلى شرق خط الطول الرئيسي و (180) خط طول إلى غرب خط الطول الرئيسي، كما في الشكل (62).

وبما أن خط الطول الواحد عبارة عن نصف دائرة (من تعريف خطوط الطول) يحيط بالأرض، لذا فإنه يمثل نصف محيط الأرض.

∵ محيط الأرض = 2 نق ط، حيث أن:

نق = نصف قطر الأرض، علما بأن معدل نصف قطر الأرض = 6370 كم (في النظام المتري)، أما في النظام غير المتري فإن نصف قطر الأرض = 3958 ميلا.

ط = النسبة الثابتة = $\frac{22}{7}$ أو (3.14)

∴ طول محيط الأرض = 2 × 6370 × $\frac{22}{7}$ = 40040 كم (في النظام المتري)

∴ طول محيط الأرض ≅ 40000 كم تقريبا

∵ أن طول خط الطول الواحد أو طول خط الزوال = نصف محيط دائرة عظمى، فإن طول خط الطول = $\frac{40000}{2}$ = 20000 كم (في النظام المتري) .

ومن تعريف خط الطول يتبين لنا بأنه عبارة عن أنصاف دوائر تصل بين القطبين الشمالي والجنوبي، إذن تكون المسافة من مركز القطب الشمالي إلى مركز القطب الجنوبي على سطح الأرض مساوية إلى (20000 كم) تقريبا في النظام المتري.

أما في النظام غير المتري (نظام الميل)

1 ميل = 1760 ياردة، 1 ياردة = 3 قدم، 1 قدم = 12 انج (بوصة).

1 ميل = $1760 \times 3 \times 12 = 63360$ بوصة

1 بوصة = 2.54 سم

∴ 1 ميل = $63360 \times 2.54 = 16093.44$ سم

∵ 1 كم = 100000 سم

∴ 1ميل = $\frac{16093.44}{100000} = 1.6093$ كم

∵ نصف قطر الأرض = 6370 كم

∴ نصف قطر الأرض في نظام الميل = $\frac{6370}{1.6093} = 3958.24$ ميل.

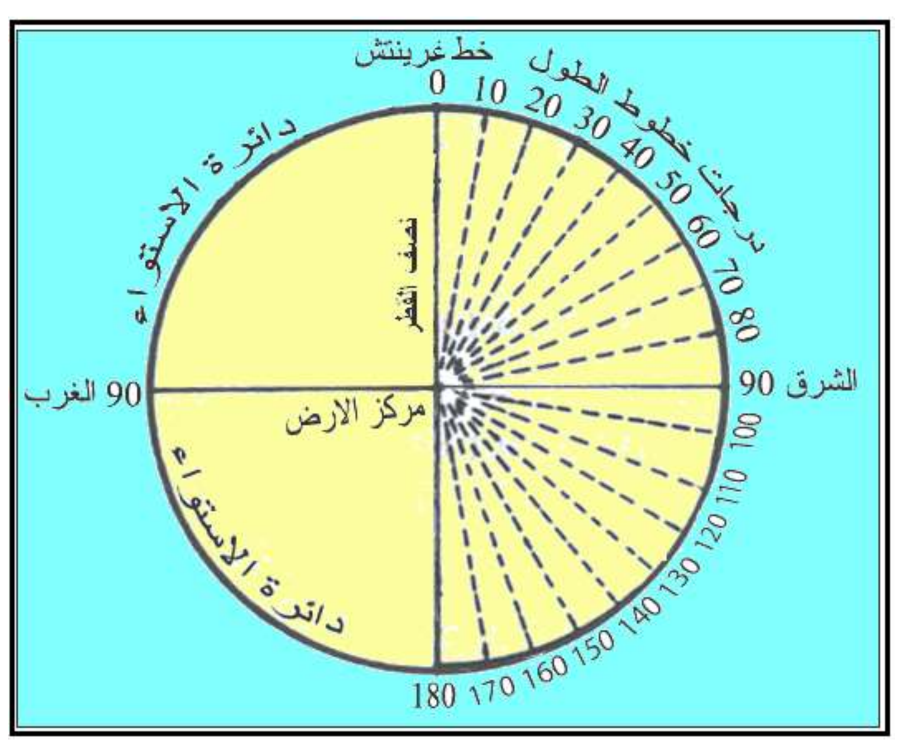
∴ نصف قطر الأرض في نظام الميل ≅ 3958 ميل تقريبا.

∵ محيط الأرض = 2 نق ط

∴ محيط الأرض = $2 \times 3958 \times \frac{22}{7} = 24878.8$ ميل (في نظام الميل).

∴ طول محيط الأرض ≅ 25000 ميل تقريبا (في نظام الميل).

∴ نصف المحيط = $\frac{25000}{2} = 12500$ ميل تقريبا (في نظام الميل).



المصدر: (شكر علي خليل، 2006: 195).

شكل 62 يبين درجات خط الطول شرقا

ثانيا: دوائر العرض Parallels (Latitude)

هي دوائر وهمية متوازية فيما بينها ومتعامدة مع خطوط الطول أي أنها متعامدة على محور الأرض القطبي (الخط الواصل بين القطبين الشمالي والجنوبي) وتقع تلك الدوائر بين القطبين الشمالي والجنوبي، وتمثل الدائرة الاستوائية منتصف الكرة الأرضية والتي تمثل دائرة صفر ثم تنتشر الدوائر باتجاه القطبين ، ويبلغ عددها (90) دائرة شمالا و (90) جنوبا أي مجموعها (180) دائرة عرض أو (180°).

ومثلما تكون المسافة بين خط طول وآخر (111.1 كم)؛ فإن المسافة بين دائرة عرض وآخر يساوي أيضا (111.1 كم) وخاصة في المناطق الوسطى من الكرة الأرضية.

وقبل تسليط الضوء على هذه التقنية لابد من التطرق إلى الصيغة التي تعمل بها هذه التقنية وبالتفصيل:

طريقة إيجاد إحداثيات المواقع

تحمل معظم الخرائط شبكة من الإحداثيات الخاصة بـ (خطوط الطول ودوائر العرض) والتي من خلالها يمكن إيجاد إحداثيات أية نقطة تقع على نقطة تقاطع درجة خط الطول مع دائرة العرض في تلك النقطة، وإن إيجاد أي موقع بهذه الطريقة يسمى **بالموقع الفلكي** لذلك الموقع (مصطفى الفضالي، 2009: 35).

ويمكن تشبيه شبكة الإحداثيات لتحديد الموقع باستخدام خطوط الطول ودوائر العرض بالمحاور السينية والصادية (X axis & Y axis) في العمليات الرياضية (الحسابية ولكن باستخدام نظام معين).

بالإضافة إلى فوائد هذه الخطوط في تحديد المواقع فإنها تمثل في نفس الوقت الاتجاهات الأربعة (الشمال، الجنوب، الشرق، الغرب) ومن فوائدها أيضا إيجاد المسافات على الأرض من الخرائط.

لكل خط طول أو دائرة عرض درجة الزاوية التي يصنعها، ولكل زاوية درجة خاصة بها، وفيما يأتي طريقة كتابة الدرجات وأجزائها في التقدير الستيني:

التقدير الستيني (أو التقسيم الستيني)

وتساوي الدائرة فيه (360 درجة) كما هو موضح في الشكل (63).

∵ دائرة الكرة الأرضية مقسمة إلى أربعة أقسام وكل قسم منها يمثل ربع الدائرة .

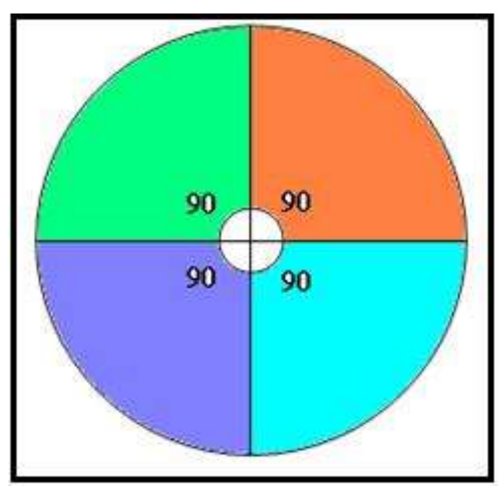
∴ ربع الدائرة = 90 درجة

إن أجزاء الدرجة الواحدة هي الدقائق و أجزاء الدقيقة هي الثواني (يمكن تشبيه ذلك بأجزاء الساعة الاعتيادية، وفيما يأتي الرموز الخاصة بالدرجات وأجزاء الدرجة:

1. يرمز للدرجة الرمز (°).
2. يرمز للدقيقة الرمز (') .
3. يرمز للثانية الرمز (″).

(1°) = 60′ بدلاً من 1 درجة يساوي 60 دقيقة

(1′) = 60″ بدلاً من 1 دقيقة يساوي 60 ثانية



شكل 63 يبين درجة الدائرة الواحدة في التقسيم الستيني

إن درجات خطوط الطول أو دوائر العرض في التقسيم الستيني تكتب على شكل (20° ، 30° أو 40°وهكذا) وإذا احتوت الدرجة على الدقائق والثواني؛ فإن قيمة الزاوية

تكتب على هيئة أرقام تحتوي على فاصل بين الدرجة والدقيقة وفاصل بين الدقيقة والثانية وكما في الأمثلة الآتية :

مثـــــال

خط الطول (50″ 30′ 15°) أو (40″ 55′ 25°) .

وفي حالة احتواء الدرجة على نصف الدرجة، يتم تحويلها إلى دقائق مثل:

(30' 7°) كتب بدلاً من (7.5) سبع درجات ونصف الدرجة، لأن نصف الدرجة هو (30').

(15' 8°) يكتب بدلاً من (8.25) ثمان درجات وربع الدرجة، لأن ربع الدرجة هو (15').

طريقة قراءة إحداثيات الموقع

يعمل الجهاز بالاتصال المباشر مع الأقمار الاصطناعية التي تخدم شبكة الإحداثيات العالمية وعدد الأقمار التي تخدم هذا النوع من الخدمة (29) قمرا تدور حول الأرض باستمرار ويفضل الحصول على البيانات عندما يكون خمسة من الأقمار في سمت الموقع(فوق الموقع) لكي تكون البيانات دقيقة جداً، ويمكن مشاهدة موقع الأقمار على شاشة الجهاز كدوائر صغيرة عليها أرقامها، ويتم تسجيل إحداثية كل نقطة يتم الوقوف عندها وذلك بالضغط على مفتاح تثبيت النقطة وتسميتها حسب الرغبة وكما يلي:

مثال:

E**34**" **20**' **12**° (الحرف E مختصر من شرقا East يمثل خط الطول).

N**45**" **52**' **30**° (الحرف N مختصر من شمالا North يمثل دائرة العرض).

مثال:

E**34**" **20**' **12**° (الحرف E مختصر من شرقا East يمثل خط الطول).

45S" **52**' **30**° (الحرف S مختصر من جنوبا South يمثل دائرة العرض).

مثال:

34W" **20**' **12**° (الحرف W مختصر من غربا West يمثل خط الطول).

45N" **52**' **30**° (الحرف N مختصر من شمالا North يمثل دائرة العرض).

مثال:

34W" **20**' **12**° (الحرف W مختصر من غربا West يمثل خط الطول).

45S" **52**' **30**° (الحرف S مختصر من جنوبا South يمثل دائرة العرض).

خواص ومميزات Properties & Characteristics of GPS

1. ∵ طـول محـيط الأرض ≅40000 كـم تقريبـا وعـدد درجـات خطـوط الطـول 360 درجة.
2. ∴ المسافة بين درجة خط طول وآخر = $\frac{40000}{360}$
3. المسافة بين درجة خط طول وآخر = **111.1 كم** (عند الدائرة الاستوائية العظمى).
4. ∵ 1 درجة = ″3600 (ثانية) .
5. ∴ المسافة التي تمثل الثانية الواحدة = $\frac{111.1\text{كم}}{3600}$

∵ 1كم = 1000 متر

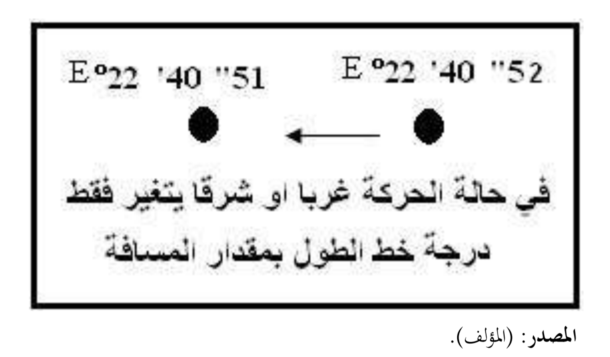
∴ المسافة التي تمثلها الثانية الواحدة = $\frac{111100\text{م}}{3600}$

المسافة التي تمثل الثانية الواحدة = 30.86 مترا ≅ 31 مترا

6. أي أن التغير في مقدار الإحداثي ثانية واحدة سواء أكان في درجة خط الطول أو دائرة العرض هذا يعني بأنك قد قطعت مسافة (31 مترا) عن الموقع الأول كما في المثال التالي:

مثـــــال

يتغير الإحداثي الطولي بمقدار ثانية واحدة كلما تحركنا مسافة (31 مترا) شرقا أو غربا وكما يتغير الإحداثي العرضي بمقدار ثانية واحدة كلما تحركنا مسافة (31 مترا) شمالا أو جنوبا كما في الشكل (64).

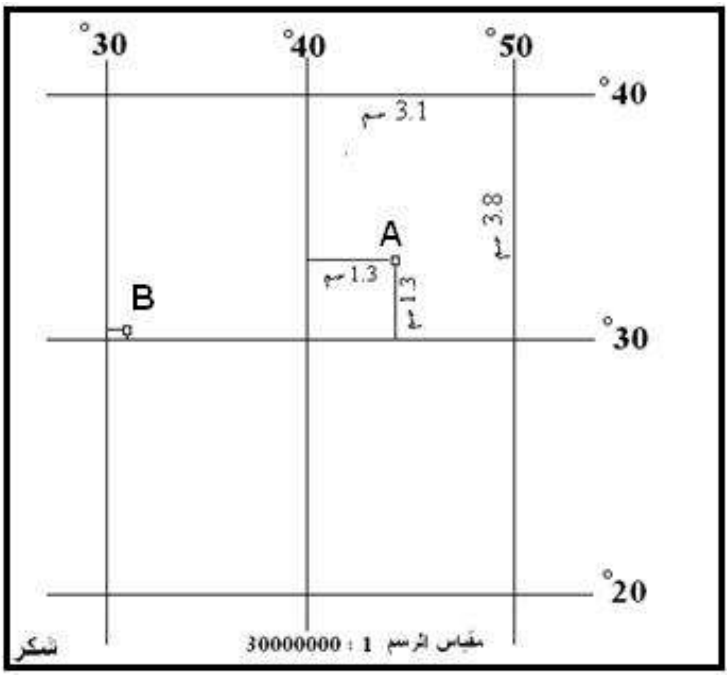


المصدر: (المؤلف).

شكل 64 يبين تغير الإحداثيات

7. يعد خط الطول الرئيسي نقط البداية ودرجته الصفر، وتزداد درجة خط الطول كلما اتجهنا شرق الخط الرئيسي ابتداء من واحد (1، 2، 3، ... 180 شرقا)، وكذلك كلما اتجهنا غربا وبنفس الطريقة غربا.

8. أما بالنسبة لدوائر العرض، فيعد خط الاستواء نقط البداية ودرجته الصفر، و تزداد درجة دوائر العرض كلما اتجهنا شمال خط الاستواء ابتداء من واحد(1، 2، 3، ... 90 شمالا)، وكذلك كلما اتجهنا جنوبا وبنفس الطريقة كما في الشكل (65).



المصدر: (المؤلف).

شكل 65 يبين مخططا لخطوط الطول ودوائر العرض

يمكن استخدام هذا النوع من الأجهزة في رصد جميع مناسيب النقاط المطلوبة وعبر الأقمار الاصطناعية حيث يمكن معرفة منسوب أية نقطة يمر بها في لحظتها وبذلك يوفر

الجهد والوقت، وعند إكمال رصد البيانات يمكن رسم الخطوط الكنتورية إما عن طريق نفس الجهاز أو إحدى الطرق الأخرى التي سوف نأتي إلى شرحها في الآتي:

ثانيا: استخدام الصور الجوية في رسم الخطوط الكنتورية

تعد هذه الطريقة من الطرق الحديثة والسريعة في رسم الخطوط الكنتورية وذلك باستخدام الأجهزة المجسمة (Stereo Plotters) للصور الجوية خاصة في الأنواع الرأسية والتي يكون مقياس الرسم فيها إلى حد كبير متساويا.

ثالثا : رصد مناسيب النقاط في رسم الخطوط الكنتورية

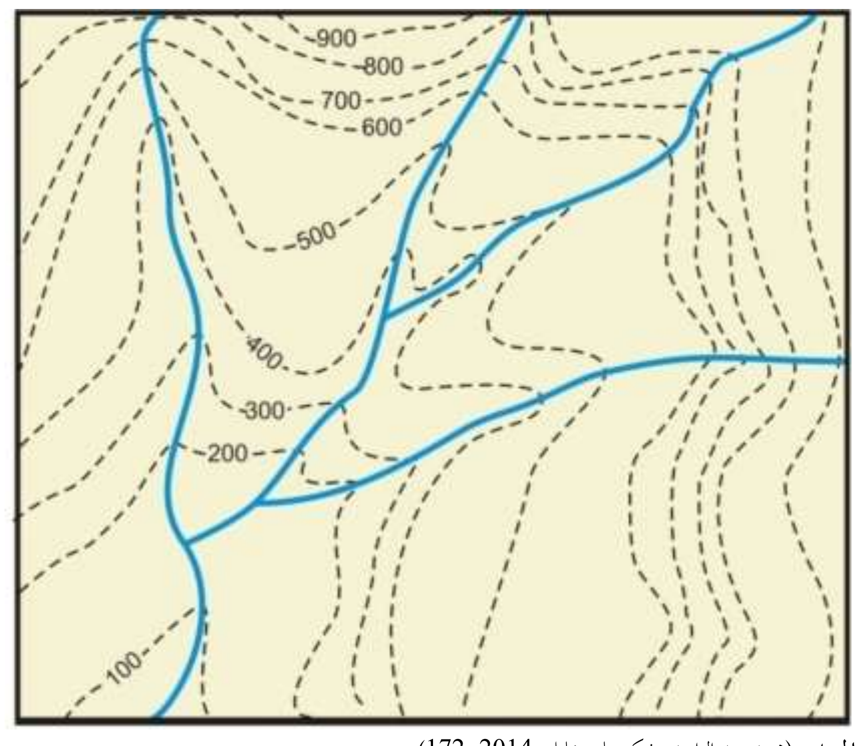
ترسم الخطوط الكنتورية من واقع نقط الميزانية التي يتم رصدها فعليا على الأرض الطبيعية. يزداد عدد الخطوط الكنتورية مع زيادة نقط المناسيب أي تتناسب أعداد خطوط الكنتور طرديا مع زيادة عدد نقط المناسيب ولا يشترط مطابقة مناسيب النقط وخط الكنتور لان النقاط التي يتم تحديدها بالميزانية من قبل المساح يعتمد عددها على قدرة المساح وطبيعة الموقع، ولذلك يمكن الاكتفاء بعدد من نقط المناسيب التي يتم رصدها فعليا على الأرض الطبيعية .

ويستخدم المساح أجهزة دقيقة في عملية المساحة الأرضية مثل جهاز الثيودولايت الرقمي (Digital Theodolite) وجهاز التسوية الرقمي (Digital level) وأجهزة رقمية أخرى (Digitals)، ويتم بواسطتها رصد عدد من النقاط المختلفة الارتفاع عن مستوى سطح البحر (مناسيب النقاط المختلفة).

وعند توفر البيانات الضرورية التي تم رصدها في منطقة معينة من الأرض (الطبيعة) يمكن استخدام نفس الطرق التي تم رسم خطوط التساوي (الأشكال 47 و 48 و 49) في الفقرات السابقة وذلك بالاعتماد على المعطيات وكما يأتي:

الفاصل الرأسي (الفرق الثابت بين الخطوط الكنتورية)

إن كل خط كنتور يحمل قيما تمثل مناسيب النقاط التي يمر من خلالها، لذلك فإن كل خط كنتور يختلف عن الآخر في المنسوب، ويسمى الفرق في المنسوب بين خط وآخر بالفاصل الرأسي أو الفاصل الكنتوري ويمثل قيمة ثابتة (contour interval)، وهو عبارة عن الفرق في الارتفاع الرأسي أو العمودي بين كل خط كنتور وآخر، بحيث يكون الفرق بين الخط الكنتوري الأول والثاني مساويا إلى الفرق بين الخط الكنتوري الثاني والثالث، كما هو موضح في الأشكال (66، 67).



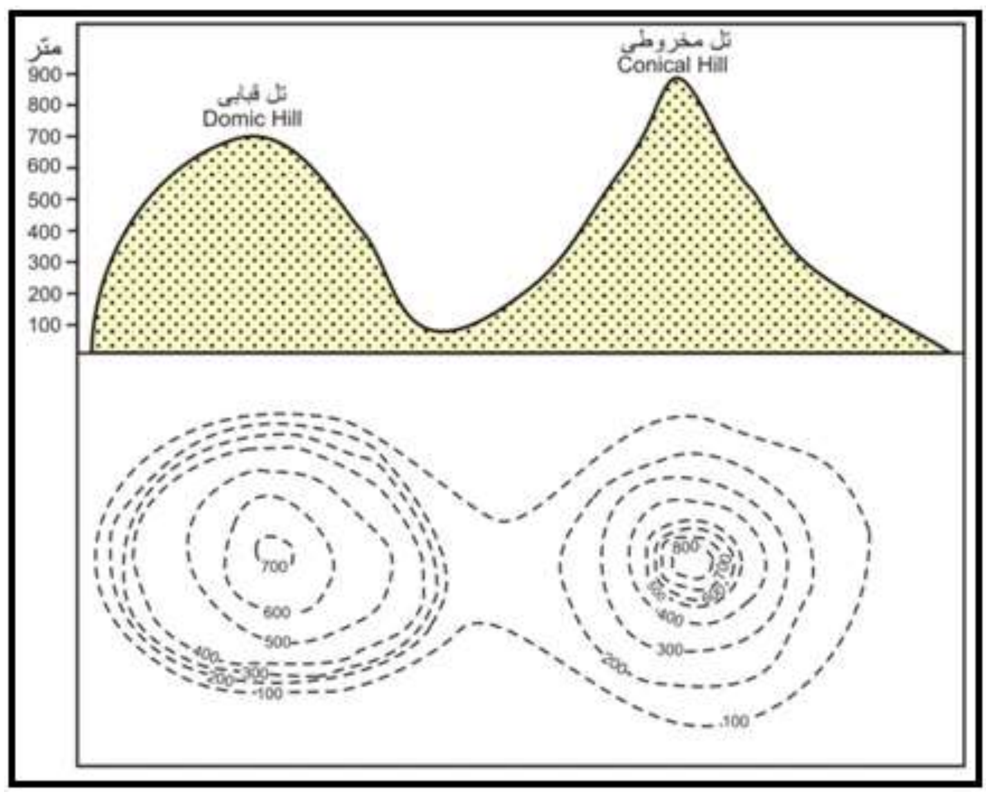
المصدر: (محمد عبد الواحد، شكر علي خليل، 2014: 172).

شكل 66 يبين الخريطة الطبوغرافية والفاصل الرأسي وتمثيل الوديان

يعتمد اختيار الفاصل الكنتوري (الفاصل الرأسي) على مجموعة من العوامل أهمها:

1- الفرق في الارتفاع

تـزداد قيمـة الفاصـل الكنتـوري في المنـاطق الـتي يكـون التبـاين في الارتفـاع كبـيرا في المنطقة الأرضية، وعلى سبيل المثال منطقة جبلية يصل ارتفاعها أكثر من (5000م) قد يكون الفاصل الرأسي (100م أو 150م أو 200م).



المصدر: (John I. Platt,1977: 27).

شكل 67 يبين الفاصل الرأسي وتمثيل مظاهر التل المخروطي والتل القبابي

2– درجة الانحدار

يكبر الفاصل الكنتوري كلما زاد انحدار المنطقة التي تمثلها الخطوط الكنتورية أي أن الانحدار يتناسب طرديا مع الفاصل الرأسي (John I. Platt, 1977: 27)، بالإضافة إلى ذلك فإن الفاصل الرأسي يزداد بازدياد معدل الانحدار (الذي يمثل العلاقة بين الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية) وقلة المسافة الأفقية بين الخطوط الكنتورية، وعلى سبيل المثال إذا كان الفاصل الرأسي (100م) والمسافة الأفقية (6000م) فإن:

معدل الانحدار = $\frac{100}{6000} = \frac{1}{60}$ أي تنحدر الأرض مترا واحدا كلما تقدمنا مسافة (60 مترا)، أما إذا كان الفاصل الرأسي (100م) والمسافة الأفقية (12000م) فإن:

معدل الانحدار = $\frac{100}{12000} = \frac{1}{120}$ أي تنحدر الأرض مترا واحدا كلما تقدمنا مسافة (120 مترا).

3– مقياس الرسم

أ– يكون الفاصل الكنتوري صغيرا في مقياس الرسم الكبير، بحيث يمكن تمثيل التضاريس بتفاصيل أكثر دقة.

ب– يكون الفاصل الكنتوري كبيرا في مقياس الرسم الصغير (الخريطة المليونية)، وكذلك إذا كان الفرق بين المناسيب قليلا ، وذلك لتجنب كثافة الخطوط الكنتورية ولتوضيح المعالم الرئيسة .

إن اختيار الفاصل الكنتوري بدقة ليس بالأمر اليسير إذ أن جميع العوامل آنفة الذكر تعمل مشتركة وتتفاعل مع بعضها لتحديد قيمة الفاصل الكنتوري بشكل يتلاءم مع تضاريس المنطقة.

ويمكن تطبيق المعادلة التالية لإيجاد الفاصل الكنتوري، علما بأن هذه المعادلة تعتمد على العوامل التي نحن بصددها في هذه الفقرة.

$$\text{الفاصل الكنتوري} = \frac{\text{ظا هـ} \times \text{مقام المقياس}}{2\left(\text{ع - ر}\right)}$$

ظا هـ = أكبر زاوية انحدار

ع = أعلى ارتفاع

ر = أدنى ارتفاع

مثال

خريطة طبوغرافية مقياسها (1 : 300000)، فيها منطقة جبلية يصل أعلى ارتفاع فيها إلى (1500م) وأدنى ارتفاع (300م) واكبر زاوية انحدار 39°)، المطلوب إيجاد الفاصل الكنتوري المناسب لرسم الخطوط الكنتورية.

الحل

بتطبيق المعادلة:

$$\text{الفاصل الكنتوري} = \frac{\text{ظا هـ} \times \text{مقام المقياس}}{2\left(\text{ع - ر}\right)}$$

$$\text{الفاصل الكنتوري} = \frac{\text{ظا}\mathbf{39} \times 300000}{\mathbf{2}(\mathbf{1500} - 300)}$$

$$\text{الفاصل الكنتوري} = \frac{\mathbf{0.809} \times 300000}{\mathbf{2}(1200)} = \mathbf{101}$$

بعد التقريب نختار الفاصل الكنتوري = 100

الانحدارات The Slopes

يمكن تعريف الانحدار بأنه الجزء المائل من سطح الأرض والذي ينحرف عن السطح المستوي نحو المناطق الأقل ارتفاعا من المناطق المجاورة.

وللانحـدارات دورٌ فاعـلٌ في أيـة منطقـة جغرافيـة لأنها ظـاهرة طبيعيـة رئيسـة للبيئـة الجغرافية ، وتكمن أهمية الانحدارات في:

1- توجيه العمران.
2- تحديد امتداد العمران واتساعه.
3- التأثير على سمك التربة و توزيعها ومن ثم على التوزيع النباتي والحيواني.
4- التأثير في تحديد نوع المشاريع الصناعية.
5- تحديد نوع النشاط الذي يمكن ممارسته في كل منطقة.

يمكن القول بأن أنماط استعمالات الأرض تعكس التأثير الحتمي للانحدار، لذا يجب التعرف على أنواع الانحدارات ودرجة الانحدار.

أنواع الانحدارات Types of Slopes

يمكن التعرف على أنواع الانحدارات من خلال قراءة الخريطة الكنتورية (الشكل 42) للمنطقة وكما يأتي:

1- الخطوط الكنتورية المتقاربة تدل على الانحدارات الشديدة.
2- الخطوط الكنتورية المتباعدة تدل على الانحدارات الخفيفة.
3- تـدل قلـة الخطـوط الكنتوريـة أو انعـدامها علـى انتظـام الميـل أو اسـتواء وانبسـاط الأرض.

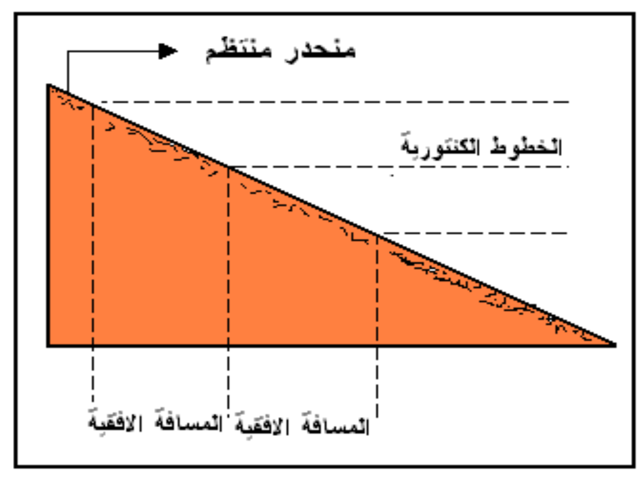
أنواع الانحدارات حسب شكل الانحدار

Types of slopes according to their shape

يمكن تقسيم الانحدارات حسب شكل الانحدار إلى:

1- الانحدار المنتظم The Uniform slope

يقصد به عدم التغير في درجة الانحدار على طول المنحدر بحيث تكون المسافة الأفقية بين الخطوط الكنتورية متساوية (دون تغير) على الخريطة، كما هو موضح في الشكل (68)، حيث تتوزع الخطوط الكنتورية على طول سفوح تلك المنحدرات.



المصدر: (محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 90).

شكل 68 يبين الانحدار المنتظم

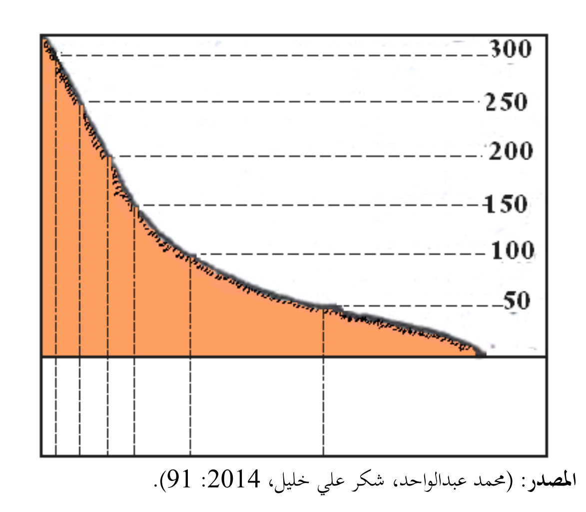
2- الانحدار المقعر The Concave Slope

يتميز هذا النوع من المنحدرات بشدة الانحدار في أجزائه العليا بينما تقل شدة الانحدار في الأجزاء السفلي كما هو موضح في الشكل (69)، ولهذا فان المسافة بين الخطوط

الكنتورية تكون متقاربة جدا في المناسيب العليا ويحدث أحيانا أن تتقارب جدا الخطوط الكنتورية وخصوصا في الأجزاء العليا وتظهر الخطوط الكنتورية كحزمة، وتتباعد الخطوط الكنتورية كلما اتجهنا نحو الأسفل (القاعدة) حيث يصبح الانحدار خفيفا نسبيا.

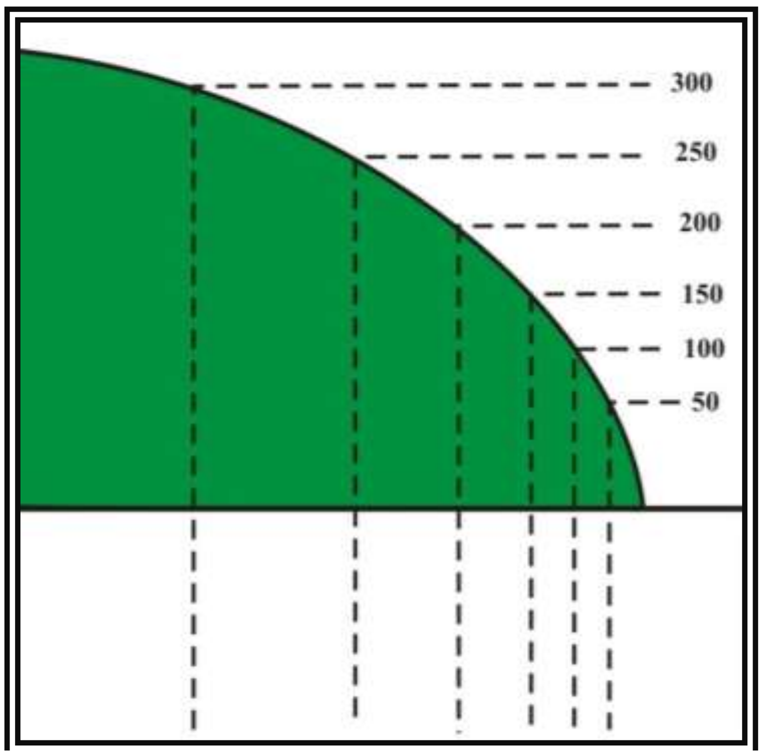
3- الانحدار المحدب Convex Slope

تكون الخطوط الكنتورية في هذا النوع من الانحدارات عكس الانحدار المقعر حيث تكون متباعدة في أعلى الانحدار ومتقاربة في أسفله .ولهذا يمكن ملاحظة شدة الانحدار في الأجزاء السفلى من الانحدار، بينما تقل الشدة في الأجزاء العليا كما هو موضح في الشكل (70).



المصدر: (محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 91).

شكل 69 يبين الانحدار المقعر

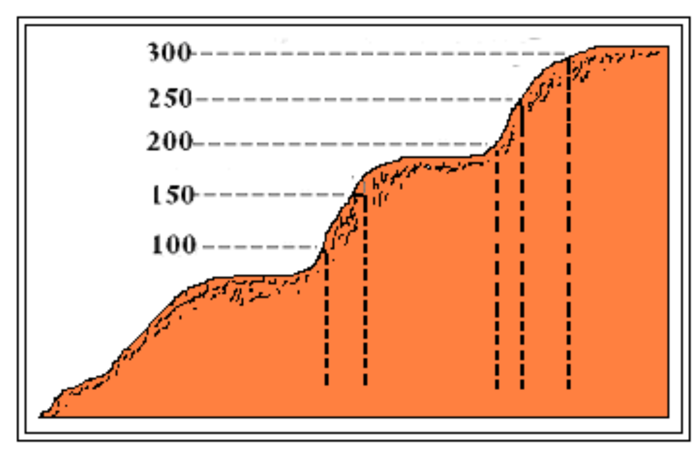


المصدر: (محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 93).

شكل 70 يوضح الانحدار المحدب

4- الانحدار المدرَج (السلمي) Gradient Slope

يتضمن هذا النوع من الانحدار عدة أنواع من الانحدارات، حيث تكون شديدة في مواقع وخفيفة في مواقع أخرى ولذلك يمكن ملاحظة تباعد الخطوط الكنتورية تارة وتقاربها تارة أخرى تبعا لشكل الانحدار كما هو مبين في الشكل (71).



المصدر: (محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 93).

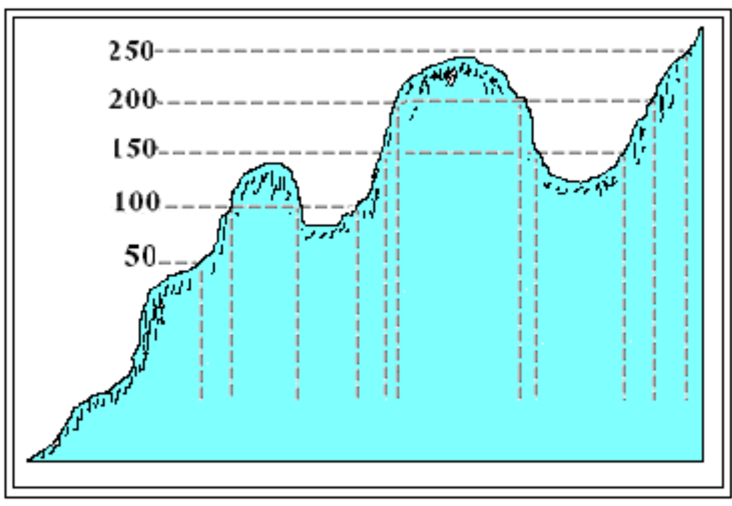
شكل 71 يبين الانحدار المدرج

5- الانحدار غير المنتظم Irregular slope

يمثل الانحدار غير المنتظم ظاهرة شائعة في الطبيعة وتكون المسافات بين الخطوط الكنتورية متغيرة وليست على نمط ثابت، كما هو موضح في الشكل (72).

6- الانحدار الجرف Cliff

يتميز هذا النوع من المنحدرات بكونها شديدة الانحدار لدرجة أنها تكون عمودية ولهذا فإن المسافة بين الخطوط الكنتورية تكون متقاربة جدا ويمكن أن تتقارب جدا أو تتلامس ويصعب التمييز بينها (احمد عبد القادر المهندس، 1986: 126)، كما هو موضح في الشكل (73).



المصدر: (محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 94).

شكل 72يبين الانحدار غير المنتظم

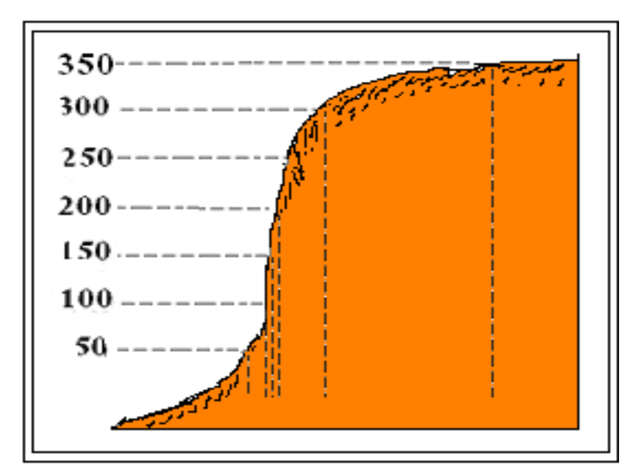
قياس عناصر الانحدار

إن طرق قياس عناصر الانحدار تعتمد على الفاصل الرأسي (Vertical Interval) والمسافة الأفقية (Horizontal Equivalent)، ومن العناصر التي يتم قياسها:

1- درجة الانحدار

وتعني درجة الانحدار مقدار الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقي وخط انحدار سطح الأرض، وتعد معرفة درجة زاوية الانحدار مهمة جدا بالنسبة للجغرافيين بشكل عام والجيومورفولوجيين بشكل خاص وذلك عند وصف المنحدرات.

تعتمد درجة زاوية الانحدار على مقدار الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية بين خطين من خطوط الكنتور وكما يأتي:



المصدر: (محمد عبدالواحد، شكر علي خليل، 2014: 94).

شكل 73 يبن الانحدار الجرف

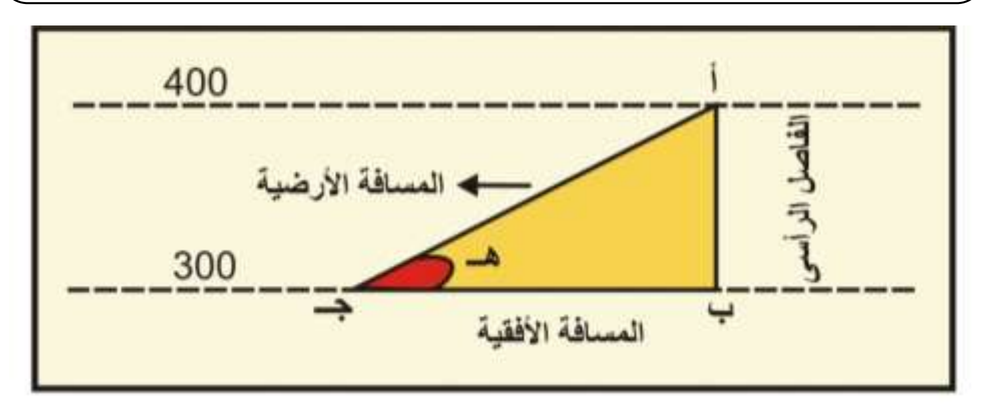
يظهـر في الشـكل (74) خطـان مـن الخطـوط الكنتوريـة (300م) و (400م) ويمثـل المستقيم (ب ج) المسافة الأفقية في حين يمثل (أب) الفاصل الرأسي أو مقدار الفرق بين قيم الخطين الكنتوريين (300م ، 400م)، ولنفرض مقياس الرسم (1 : 40000)، ولإيجاد درجة زاوية الانحدار يتم تطبيق المعادلة الآتية:

$$\text{ظا الزاوية ب ج أ} = \frac{\text{الفاصل الرأسي}}{\text{المسافة الأفقية}}$$

زاوية ب جـ أ = زاوية هـ

الفاصل الرأسي = (قيمة الخط الكنتوري الأعلى) – (قيمة الخط الكنتوري الأدنى)

الفاصل الرأسي = 400 – 300 = 100 متر



المصدر: (شكر علي خليل، 2006: 260).

شكل 74 قياس درجة زاوية الانحدار

أما بالنسبة للمسافة الأفقية فيتم قياس المسافة (ب ج) بواسطة المسطرة ولنفرض (3سم) ثم تضرب في مقام المقياس (40000).

المسافة الأفقية على الأرض = المسافة على الخريطة × مقام المقياس

∵ مقياس الرسم هو 1 : 40000

∵ المسافة الأفقية على الخريطة = 3 سم

∴ المسافة الأفقية على الأرض = 3 × 40000 = 120000 سم

∴ المسافة الأفقية على الأرض = $\frac{120000}{100}$ (1 م = 100سم)

∴ المسافة الأفقية على الأرض = 1200 م

∴ ظا هـ = $\frac{100}{1200} = \frac{1}{12}$

∴ ظا هـ = 0.083

ويدل هذا الناتج على قيمة الزاوية وليس درجة الزاوية ، و يمكن الحصول على درجة الزاوية بعدة طرق:

1- البحث عن القيمة (0.083) في جدول الظلال ونجده = 5 درجة.

2- أو استخدام الآلة الحاسبة بحيث يتم إجراء عملية (ظا$^{-1}$):

ظا$^{-1}$ $0.083 = 4.7 \cong 5^{\circ}$

زاوية هـ $= 4.7 \cong 5^{\circ}$

3- ظا هـ = $\frac{200-100}{1200}$

∴ ظا هـ = 0.083

ضرب الناتج في (60) ونحصل على درجة الزاوية مباشرة.

هـ = $0.083 \times 60 = 4.98$ درجة

هـ $\cong 5^{\circ}$

4- يمكن الحصول على قيمة الزاوية مباشرة بتطبيق المعادلة التي هي نفسها في الفقرة (3)

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسي} \times 60}{\text{المسافة الأفقية}}$$

$$\text{درجة الانحدار} = \frac{60 \times 100}{1200} = 5^{\circ}$$

2- معدل الانحدار Average of Slope

هو النسبة بين الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية أي أن:

$$\text{معدل الانحدار} = \frac{\text{الفاصل الرأسي}}{\text{المسافة الأفقية}}$$

هذه المعادلة هي نفس معادلة درجة الانحدار قبل الحصول على درجة الزاوية من المثال السابق:

معدل الانحدار = $\frac{100}{1200} = \frac{1}{12}$

تم استخراج المعدل على هيئة نسبة ($\frac{1}{12}$) وهذا يعني بأن سطح الأرض في هذه المسافة ينحدر مترا واحدا فقط كلما تقدمنا أفقيا مسافة (12 مترا).

إذا كانت النسبة ($\frac{1}{6}$) يعني بأن سطح الأرض في هذه المسافة ينحدر مترا واحدا فقط كلما تقدمنا أفقيا مسافة (6) أمتار . وإذا كانت النسبة ($\frac{1}{15}$) يعني بان سطح الأرض في هذه المسافة ينحدر مترا واحدا فقط كلما تقدمنا أفقيا مسافة (15 مترا) و هكذا.

3- النسبة المئوية للانحدار Percentage of Slope

هي النسبة بين الفاصل الرأسي والمسافة الأفقية بين خطين من خطوط الكنتور مضروبا في (100) أي انه يشبه قانون معدل الانحدار ولكن مضروبا في (100).

النسبة **المئوية للانحدار** = $\frac{\text{الفاصل الرأسي}}{\text{المسافة الأفقية}}$ × **100**

الفاصل الرأسي من المثال السابق = 100 متر

المسافة الأفقية من المثال السابق = 1200 متر

∴ النسبة المئوية للانحدار = $\frac{100}{1200}$ × 100

∴ النسبة المئوية للانحدار = 0.083 × 100 = 8.3%

رسم القطاعات التضاريسية

إن القطاع التضاريسي يعكس صورة التضاريس على طول خط القطاع وهو يجمع بين البعد الأفقي والبعد الرأسي (شكر علي خليل الصالحي، 2006: 265). وبمعنى آخر ترجمة

الخطوط الكنتورية إلى شكل تضاريس تخطيطي على طول الخط المحدد، و يمكن أن يكون القطاع طوليا أو مستعرضا.

وللقطاع التضاريسي فوائد عديدة منها:

1- التعرف على الصفات المميزة للتضاريس.
2- معرفة نسب الارتفاع في المنطقة الواحدة.
3- التعرف على أشكال الانحدارات.
4- التعرف على اتجاه الانحدارات.
5- تحليل الخريطة بشكل محسوس ومتكامل.

طريقة رسم القطاع (الطولي والمستعرض)

يمكن رسم القطاع بطريقتين:

أ- **الطريقة المباشرة**: يمكن توضيح هذه الطريقة من خلال الأمثلة الآتية:

مثال 1

إذا طلب منا رسم قطاع تضاريسي بين النقطتين (س، ص) في الشكل (75) الذي يمثل خريطة كنتورية تضاريسية، نتبع الخطوات الآتية:

1- رسم خط مستقيم يوصل النقطتين على الخريطة.
2- وضع ورقة أسفل الخريطة مباشرة ويرسم عليها خط موازٍ إلى المستقيم (س ص).
3- إقامة عمود من النهاية اليسرى للخط المرسوم على الورقة وتقسيمه إلى أقسام متساوية بحيث يكون عدد الأقسام مساويا لعدد قيم الخطوط الكنتورية التي يمر منها الخط (س ص) مع مراعاة عدم تكرار القيمة.

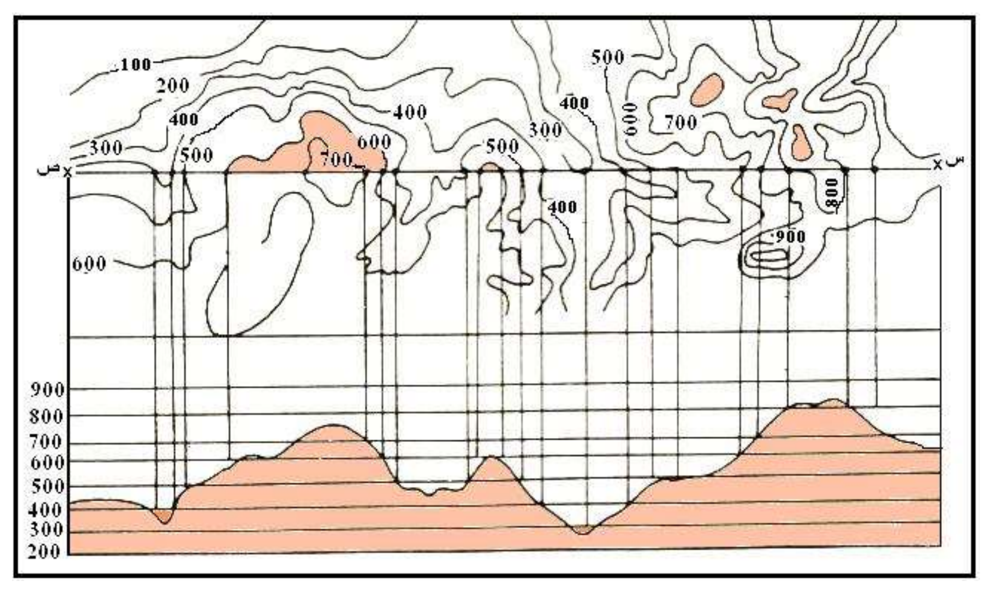
4- إنزال أعمدة باتجاه القطاع من نقاط تقاطع كل خط كنتوري مع المستقيم (س ص) ويدون تحت كل عمود قيمة الخط الكنتوري الذي أُسقط منه العمود.

5- يعتبر العمود المقسم في الفقرة (3) بمثابة مقياس رسم رأسي للارتفاعات وترسم خطوطٌ أفقية من المقياس الرأسي (أحمد عبد القادر المهندس، 1986: 127).

6- يحدد ارتفاع كل نقطة على خط القاعدة حسب مكانها على المقياس الرأسي ثم يتم توصيل هذه النقاط بخط سلس للحصول على شكل القطاع.

7- يجب كتابة عنوان القطاع.

8- حذف الأعمدة التي تم إنزالها، فيظهر الشكل المطلوب والذي يمثل طبيعة تضاريس المنطقة.



المصدر: (شكر علي خليل، 2006: 267).

شكل 75 يبين طريقة رسم القطاع

مثال 2

يمثل الشكل (76) خريطة كنتورية تضاريسية، والمطلوب رسم قطاع تضاريسي بين النقطتين (م ، ل).

خطوات الرسم

1- رسم خط مستقيم يوصل بين النقطتين (م، ل) على الخريطة.

2- وضع ورقة أسفل الخريطة مباشرة ويرسم عليها خط" موازٍ إلى المستقيم (م ل).

3- إقامة عمودٍ من النهاية اليسرى للخط المرسوم على الورقة وتقسيم الخط العمودي إلى أقسام متساوية بفاصل (0.5 سم) بحيث يكون عدد الأقسام مساويا لعدد قيم الخطوط الكنتورية التي يمر منها الخط (م ل) مع مراعاة عدم تكرار القيمة (شكر علي خليل الصالحي، 2006: 268)..

4- رسم خطوط أفقية من نقاط التقسيم، ثم وضع قيم الخطوط الكنتورية ابتداء من أصغر قيمة وانتهاء بأكبر قيمة في نهاية كل خط أفقي ، ويعد العمود المقسم في الفقرة (3) بمثابة مقياس رسم رأسي للارتفاعات.

5- إسقاط أعمدة باتجاه القطاع من نقاط تقاطع كل خط كنتوري مع المستقيم (م ل).

6- يحدد ارتفاع كل نقطة على خط القاعدة حسب مكانها على المقياس الرأسي ثم يتم توصيل هذه النقاط بخط سلس للحصول على شكل القطاع.

7- يجب كتابة عنوان القطاع.

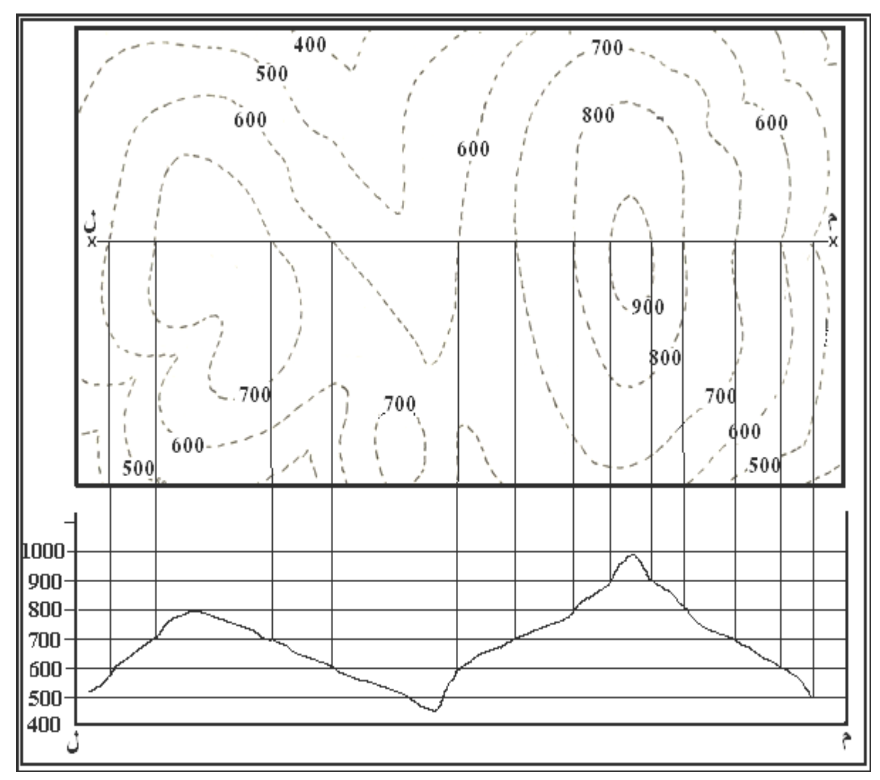
8- حذف الأعمدة التي تم إسقاطها، فيظهر الشكل المطلوب والذي يمثل شكل المنطقة كما هو موضح في الشكل (77).

ومما تجدر الإشارة إليه أن تلك الأعمدة تمثل نقاطاً مساعدة في رسم القطاع وخاصة عند توصيل نقاط تقاطع الأعمدة مع نفس القيم في الخطوط الأفقية المرسومة، سواءٌ أكان التوصيل صعودا أو نزولا من إحدى النهايتين، وعند تطبيق ذلك على الشكل (52) نتبع ما يأتي:

1- لنفرض أننا بدأنا بالتوصيل من نقطة (م) صعودا سوف تصادفنا نقطتان متشابهتان (أي من نفس القيمة) مثل (900، 900)، عندها يتم رسم قمة مشابهة ومتناسقة مع شكل الخطوط الكنتورية في الخريطة الأصلية كما هو موضح في الشكل (52) .

2- بعد رسم القمة نرى أن التوصيل يكون تنازليا باتجاه أسفل القاعدة ويلتقي بنقطتين متشابهتين أخريين وهما (600، 600)، وبما أن اتجاهنا نحو الأسفل فعليه يتم رسم منخفض على شكل وادٍ، على أن يكون شكل الوادي متشابها مع اتجاه الشكل في الخريطة الأصلية لنفس الموقع (كما في الفقرة الأولى).

3- الاستمرار في الرسم بحيث إذا وجِدت نقطتان من نفس القيمة وعلى خط واحد يتم رسم قمة إذا كان الاتجاه نحو الأعلى، في حين يرسم وادٍ إذا كان الاتجاه نحو الأسفل (Servet Karabağ, 2003: 80).

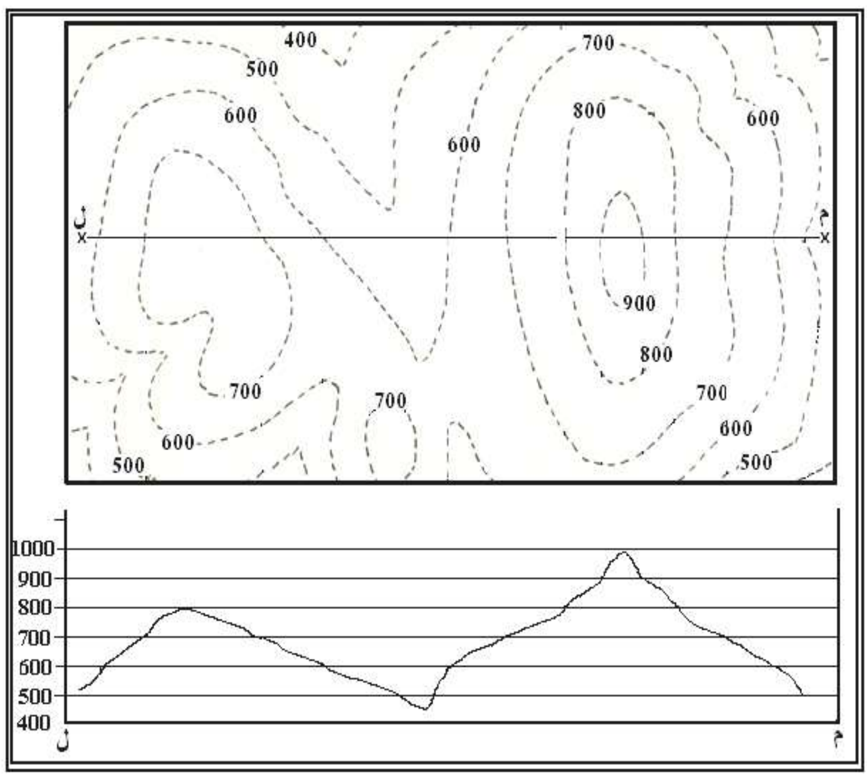


المصدر: (محمد عبد الواحد، شكر علي خليل، 2014: 106).

شكل 76 طريقة رسم القطاع (م ل)

ب- طريقة استخدام قطعة ورقية

تعد هذه الطريقة من الطرق البسيطة في رسم القطاع الطولي والمستعرض حيث يتم استخدام قصاصة ورقية ومن خلالها يتم نقل القيم الخاصة بنقاط تقاطع المستقيم مع الخطوط الكنتورية ونقل هذه القيم على الورقة المراد رسم القطاع عليها، ثم إقامة الأعمدة من أسفل خط القاعدة لكي تتقاطع مع الخطوط الأفقية من نفس القيم ومن ثم توصيل النقاط بخط سلس، ويمكن توضيح الطريقة في المثال التالي:

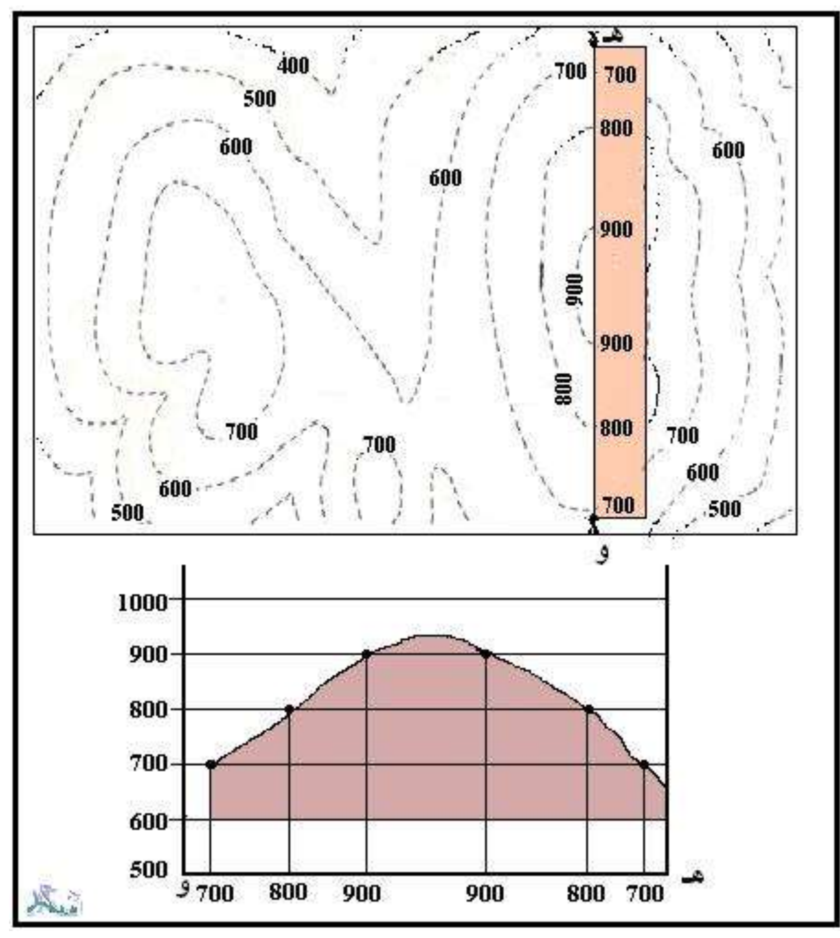


المصدر: (محمد عبد الواحد، شكر علي خليل، 2014: 107).

شكل77طريقة رسم القطاع (م ل) بعد حذف الأعمدة

مثال

يمثل الشكل (78) خريطة كنتورية تضاريسية، المطلوب رسم القطاع التضاريسي بين النقطتين (هـ ، و).



المصدر: (شكر علي خليل الصالحي، 2006: 272).

شكل 78 يبين طريقة رسم القطاع باستخدام قطعة ورقية

خطوات الرسم

1- نرسم خطا مستقيما يوصل بين النقطتين (هـ، و) على الخريطة.

2- يتم وضع قطعة ورق مستقيمة الحافة على طول المستقيم (هـ و) الذي يمثل خط القطاع.

3- تحديد نقاط تقاطع المستقيم (هـ و) مع الخطوط الكنتورية على قطعة الورق.

4- يتم ترقيم نقاط التقاطع بنفس ارتفاعات الخطوط الكنتورية المارة بالنقاط.

5- يتم الانتقال إلى الورقة المراد رسم القطاع عليها ثم يرسم مستقيم يساوي طول المستقيم (هـ و) ويسمى بخط القاعدة.

6- إقامة عمود بطول مناسب من النهاية اليسرى لخط القاعدة ، ثم يتم اختيار المقياس الرأسي عليه وذلك بتقسيم العمود إلى أقسام متساوية ولتكن (1 سم) بحيث يكون عدد الأقسام مساويا لعدد قيم الخطوط الكنتورية التي يمر منها الخط (هـ و) مع مراعاة عدم تكرار القيمة.

7- ترقيم المقياس الرأسي ابتداء من أقل قيمة للخطوط الكنتورية وانتهاء بأكبر قيمة وكما هو موضح في الشكل (78).

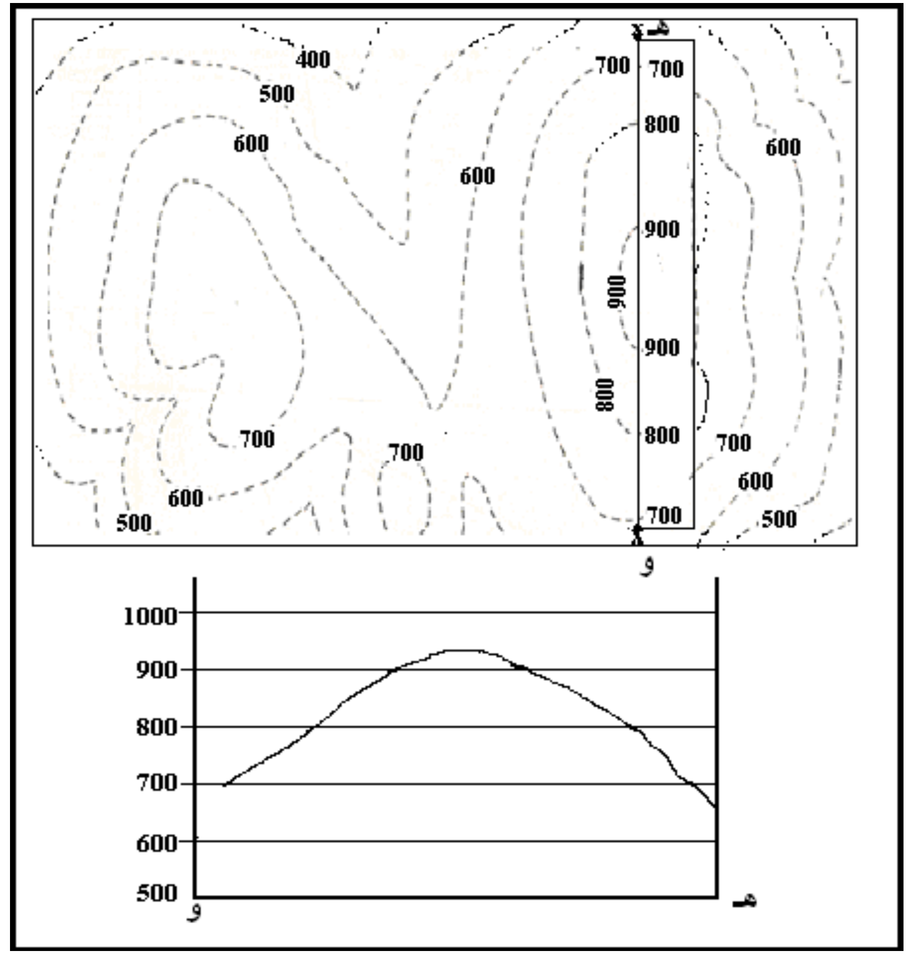
8- يتم رسم الخطوط الأفقية من نقاط التقسيم.

9- يوضع قطعة الورق في الفقرة (2) على خط القاعدة ثم يتم نقل البيانات منها إلى خط القطاع بنفس النقاط وارتفاعاتها الكنتورية.

10- إقامة أعمدة من كل نقطة تم تحديدها في الفقرة (9) على خط القطاع.

11- تحديد نقطة تقاطع قيم الأعمدة مع نفس قيم الخطوط الأفقية ثم توصيل هذه النقاط بخط سلس للحصول على شكل القطاع.

12- يجب كتابة عنوان القطاع وحذف القيم المنقولة من قطعة الورق والأعمدة التي تمت إقامتها على خط القطاع ، للحصول على الشكل المطلوب والذي يمثل شكل القطاع للمنطقة كما هو موضح في الشكل (79).



المصدر: (شكر علي خليل الصالحي، 2006: 273).

شكل 79 طريقة رسم القطاع (هـ و) بعد حذف الأعمدة

خرائط المناخ بخطوط التساوي

تمثل خريطة المناخ عناصر عديدة مثل درجات لفترة الحرارة، الأمطار والضغط الجوي لفترة طويلة قد تكون شهرا أو موسما أو عددا من السنيين، أي أن خريطة المناخ

تظهر لنا حالة الجو لفترة طويلة، ينما خريطة الطقس توضح حالة الجو لفترة محددة من الزمن قد تكون ساعة أو يوما فيما يختص بالظواهر الجوية كالضغط الجوي ودرجات الحرارة والأمطار وسرعة واتجاه الرياح.

تعد طريقة تمثيل البيانات المناخية بخطوط التساوي من الطرق الكارتوغرافية المهمة التي يستخدمها اختصاصيو المناخ، حيث يمكن استخدام خطوط التساوي في العديد من المظاهر وكما يلي:

1- ترسم خطوط التساوي لتوضيح المناطق التي لها نفس قيم الأمطار المتساوية وتسمى حينئذ بالايزوهيت (Isohyets).

2- ترسم خطوط التساوي لتوضيح المناطق التي لها نفس قيم درجات الحرارة المتساوية وتسمى حينئذ بالأيزوترم (Isotherme).

3- ترسم خطوط التساوي لتوضيح المناطق التي لها نفس قيم الضغط المتساوية وتسمى حينئذ بالايزوبار (Isobar)، وكلما كانت خطوط تساوي الضغط أقرب من بعضها البعض كلما اشتدت سرعة الرياح كما في الشكل (80).

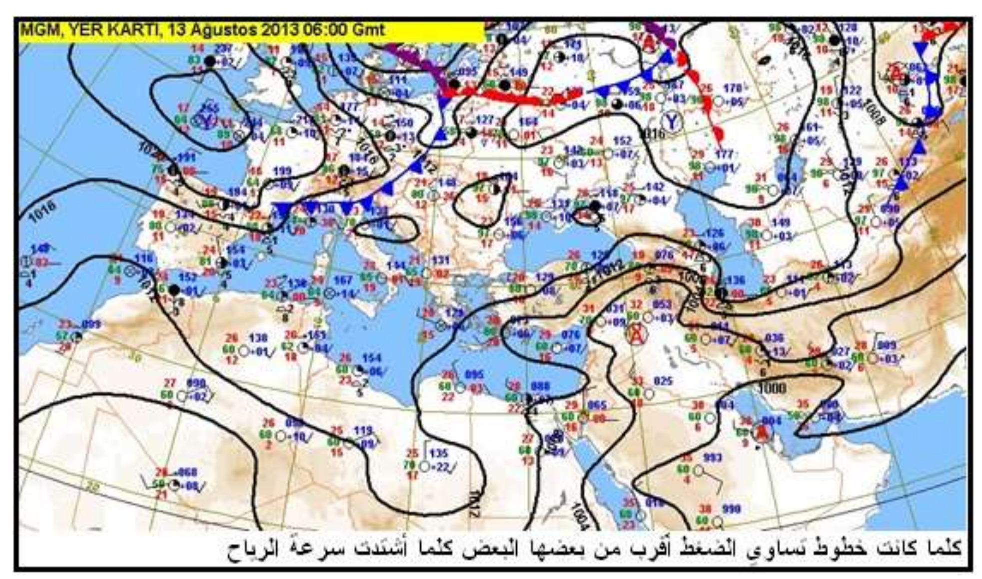
4- ترسم خطوط التساوي لتوضيح الخطوط الممتدة بين الجهات التي تتساوى فيها ساعات ظهور الشمس وتسمى حينئذ بخطوط تساوي سطوع الشمس (الايزوهلس Isohels).

5- ترسم خطوط التساوي لتوضيح الخطوط الممتدة بين الجهات المتساوية في نسب تغييمها وتسمى حينئذ (بالايزونيفس Isonephs).

خطوط الحرارة المتساوية

وهي الخطوط التي ترسم على الخرائط الموضوعية والتي تمر بجميع الأماكن التي تتساوى فيها متوسط حرارتها بعد تعديلها إلى مستوى سطح البحر.

وتعد الحرارة من أهم عناصر المناخ وذلك لأنها تؤثر تأثيرا واضحا في مظاهر البيئة الأخرى مثل تأثيرها على التربة والنباتات وبالتالي على المحاصيل الزراعية. يتم رصد درجات الحرارة يوميا ومن ثم يتم حساب معدل الحرارة الشهري والسنوي.



المصدر: (Servet Karabag, 2003: 29).

شكل80 يبين خطوط تساوي الضغط

يتم تعديل متوسط درجات الحرارة إلى مستوى سطح البحر وذلك بإضافة درجة مئوية واحدة لكل ارتفاع قدره (150 متر) فمثلا إذا كان متوسط درجة الحرارة في شهر أغسطس لمدينة (س) يساوي (25°م) وكان منسوب المدينة (600 متر) فوق مستوى سطح البحر فإن متوسط درجة الحرارة يكون:

$$29°م = \frac{600}{150} + 25$$

ويتم الاستمرار في تعديل متوسطات الحرارة في المحطات الأخرى ثم يتم رسم خطوط الحرارة المتساوية بالطريقة المعروفة.

خطوط التساقط (الأمطار) المتساوية

يتم تمثيل قيم التساقط المطري على الخرائط بخطوط المطر المتساوية وتعرف بالأيزوهيت (Isohyets)، حيث تربط هذه الخطوط بين المناطق التي يكون تساقطها متشابها في فترة معينة مثل شهر معين أو السنة كلها ، ولا يتم إتباع أسلوب تعديل متوسط الحرارة المتساوية بأن يتم تعديل القيم إلى مستوى سطح البحر أي يتم أخذ القيم كما هي وبدون تعديل.

تعد خرائط التوزيع السنوي والفصلي للأمطار مهمة جدا للباحثين في أحوال المناخ لمنطقة ما وذلك لأنها تزودنا بصورة واضحة للتباين المكاني لهذا العامل المهم.

وهنالك خطوط تساوي عديدة أُخرى مثل المدة (الزمن) المتساوية (Isopleths of Duration) وخطوط الشذوذ الحراري المتساوي (Isonomals).

مصادر الفصل الرابع

1. Hayati Doganay (2006): Fizik Gografyasi, Aktif yayin evi Ders kitaplari, Istanbul,Turkiye, p_{67}.
2. شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا، ص52.
3. محمد محمد سطيحة (1974): الجغرافية العملية وقراءة الخرائط ، دار النهضة العربية للطباعة والنشر ، بيروت، ص178.
4. محمد عبد الواحد، شكر علي خليل الصالحي (2014): الخرائط الجيولوجية، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا، ص74.
5. محمد عبد الواحد، شكر علي خليل الصالحي (2014): الخرائط الجيولوجية، نفس المصر السابق، ص75.
6. Robinson, A. H. (1960): Elements of Cartography, 2nd Ed., New York, p_{67}.
7. محمد عبد الواحد، شكر علي خليل الصالحي (2014): الخرائط الجيولوجية، نفس المصر السابق، ص78.
8. محمد صبري محسوب سليم (1999): الخريطة الكنتورية قراءة وتحليل، دار الفكر العربي، القاهرة، مصر ، ص152.
9. جمعة محمد داود (2010): مدخل إلى النظام العالمي لتحديد المواقع الجي بي إس، مكة المكرمة ، المملكة العربية السعودية ، ص120.
10. شكر علي خليل الصالحي (2012): الجيولوجيا الهندسية، منشورات جامعة عمر المختار، البيضاء – ليبيا، ص135.

11. جمعة محمد داود (2010): مدخل إلى النظام العالمي لتحديد المواقع الجي بي اس، مكة المكرمة، المملكة العربية السعودية.
12. شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، نفس المصر السابق، ص 180.
13. شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات نفس المصر السابق، ص 185.
14. مصطفى الفضالي (2009): محاضرات جي بي اس برومارك، قسم نظم المعلومات والمساحة، جامعة القاهرة، مصر ، ص 35.
15. www.garmin.com.
16. محمد عبد الواحد، شكر علي خليل الصالحي (2014): الخرائط الجيولوجية، نفس المصر السابق، ص 172.
17. John I. Platt (1977): Elementary exercises upon maps,Thomas Murby publication of George Allen & Unwin, London.
18. احمد عبد القادر المهندس (1986): مبادئ الجيولوجيا العامة، دار عالم الكتب، المملكة العربية السعودية، الرياض، ص 122.
19. Flowerdew, R. and Green, M.(1991): Data Integration, Statistical methods for transferring data between zonal systems in Masser and Blakemore Handling Geographic Information, London, Pp 38 –54 .
20. احمد عبد القادر المهندس (1986): مبادئ الجيولوجيا العامة، نفس المصر السابق، ص 126.
21. محمد عبد الواحد، شكر علي خليل الصالحي (2014): الخرائط الجيولوجية، نفس المصر السابق، ص 107.

22. شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، نفس المصدر السابق، ص 273.

23. شكر علي خليل الصالحي (2006): علم الخرائط أسس وتطبيقات، نفس المصدر السابق، ص 274.

24. Servet Karabağ (2003): Beseri Gografya, Bizim Büro Matb, Aktifyayinevi, derskitaplari, Ankara, Turkiye, p80.

25. www.ashtech.com/promark

26. www.meshkat.com

الفصل الخامس
خرائط التوزيعات غير الكمية

المقدمة

تهتم خرائط التوزيعات غير الكمية بإبراز الحقائق دون الاعتماد على المصادر الإحصائية أي أنها تبرز الظواهر من دون النظر إلى كمياتها أو أعدادها (فتحي عبد العزيز أبو راضي، 2011: 19).

يمكن وصف هذه الخرائط بأنها نوعية ويتطلب رسمها على البيانات الأساسية المناسبة، مثل الحدود السياسية والإدارية والمدن الهامة وخطوط النقل والمواصلات والأنهار(فايز محمد العيسوي، 2011: 133) .

تستخدم الرموز غير الكمية في خرائط التوزيعات غير الكمية لبيان الاختلاف في النوع فقط، دون قياسها كميا وهي بذلك تظهر التركيز على ظاهرة معينة.

الرموز المستخدمة في خرائط التوزيعات غير الكمية

أولا: رموز الموضع النقطي غير الكمية

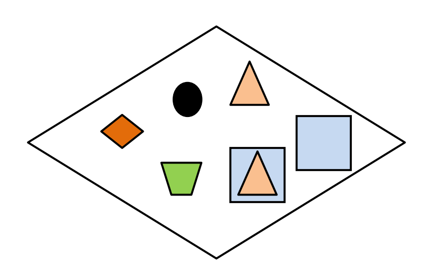
يستخدم هذا النوع من الرموز الموضع النقطية غير الكمية (Location Dot Maps) في خرائط متنوعة وعديدة ، ومن أمثلة هذه الخرائط هي خرائط الأطالس والخرائط الطبوغرافية.

بما أن هذه الخرائط هي نوعية ولا تعتمد على بيانات رقمية في رسمها ، نرى أن تصميها لا يتطلب جهدا كبيرا وكل ما في الأمر اختيار الرموز الدالة والواضحة. وتشمل رموز الموضع النقطية عدة رموز ومن أهم هذه الرموز (فايز محمد العيسوي، 2011: 137).

أ- الرموز الهندسية (الإشكال المنتظمة)Geometrical Symbols

وتشمل مجموعة من الأشكال المنتظمة الصغيرة مثل المربع ، المثلث ، والمعين والدائرة والنقطة وشبه المنحرف ومتوازي الأضلاع كما في الشكل (81).

ويمكن استخدام الرمز الهندسي الواحد في أكثر من مرة وحسب الظاهرة المطلوب تمثيلها على الخريطة ، فمثلا يمكن استخدام المربع مظللا مرة وفارغا أخرى وثالثة داخله مثلث مثلا للدلالة على ظاهرة معينة ويفضل استخدام الرمز الدال على ظاهرة واحدة في كل الخريطة لكي لا يحدث لبس في فهم توزيع الظاهرة علما بأن تكرار الرمز الواحد في أجزاء الخريطة المختلفة قد يشكل عقبة عند الرسم.



شكل 81 يبين مجموعة من الرموز الهندسية

ب- الرموز التصويرية Pictorial Symbols

تتباين عن الرموز الأخرى بكونها تمثل الظاهرة وتعبر عنها بالصور الصغيرة المعبرة وخاصة في خرائط استخدامات الأرض والخرائط المدرسية والسياحية والكثافة الحيوانية، ومن أهم مميزات هذا النوع من الرموز ما يأتي:

1. تمثيل الظاهرة برسم صور صغيرة معبرة لها.
2. سهولة فهمها. كما في الأشكال (82، 83).
3. تساهم في سهولة قراءة الخريطة من دون الاستعانة بمفتاح الخريطة.

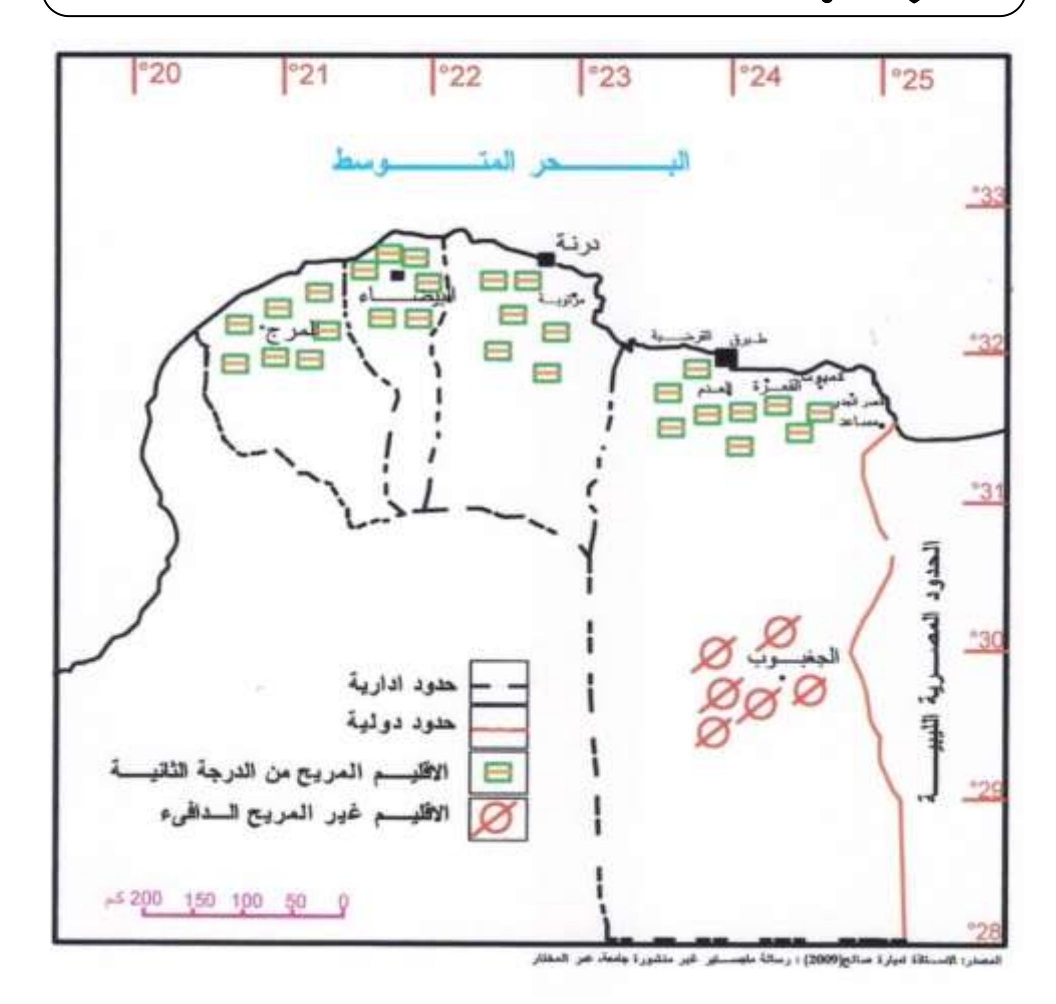


المصدر: (فايز محمد العيسوي، 2011: 138).

شكل 82 يبين طريقة استخدام الرسوم التصويرية

ثانيا: رموز الخط في خرائط التوزيعات غير الكمية

وهي الرموز التي تمثل الظواهر ذات الامتداد الطولي مثل خرائط الحدود السياسية والطرق وخطوط المواصلات والأنهار وخطوط التصريف.



شكل 83 يبين الرموز التصويرية ورمز الخط

وتعد الخرائط غير الكمية التي تحتوي على رموز الخط من أكثر الخرائط انتشارا وشيوعا.

ومن النادر إيجاد خريطة تخلو من حدود سياسية أو طرق النقل أو الأنهر، كما في الشكل (84) والذي يبين أنواع الخطوط المستخدمة في خرائط التوزيعات مثل

خطوط السكك الحديدية والخطوط التي تمثل أنابيب نقل البترول أو خطوط الملاحة البحرية والجوية.

جدول 11 يبين رموز الخط الإدارية والسكك في خرائط التوزيعات غير الكمية

رمز الحدود الإدارية والدولية	اسم الرمز	رمز خط السكك الحديدية	اسم الرمز
-..-..-..-	محافظات	++++++++	فردية
.-.-.-.-	الاقضية	═▬═▬═	مزدوجة
....	الناحية	╫╫╫╫╫╫╫╫	ضيقة
..▬..▬	الحدود الدولية		

المصدر: (نجيب عبد الرحمن الزيدي، حسين مجاهد مسعود، 2005: 73)

جدول 12 يبين رموز الخط للطرق والأنهار في خرائط التوزيعات غير الكمية

رمز الطرق البرية	اسم الرمز	رمز الانهار	اسم الرمز
▬▬▬	مزدوج		نهر
═══	مرصوفة		ترعة
=======	**طريق ترابي**		مساقي
-------	**طريق جبلي**		

المصدر: (نجيب عبد الرحمن الزيدي، حسين مجاهد مسعود، 2005: 74)

المشاكل المصاحبة لرموز الخط غير الكمية في خرائط التوزيعات

ولكي نتمكن من فهم هذه المشاكل لابد من توضيح النقاط التالية:

1- معظم رموز الخط بالحقيقة تمثل مساحة في الخرائط وليس خطا فقط مثل رسم خطوط الأنهار والطرق.

2- بما أن الأنهار لها عرض وطول وكذلك الطرق فإنها تمثل مساحة.

3- نظرا لصغر المساحة وضيقها في الأنهار والطرق مثلا فإنها لا يمكن تمثيلها بمقياس الرسم وتبقى على الخريطة على هيئة رموز خطية.

4- الخرائط المرسومة بمقياس رسم صغير مثل (1 : 6000000) يعني أن:

1سم على الخريطة يمثل 60كم

10ملم على الخريطة يمثل 60كم

1ملم على الخريطة يمثل 6كم

وهذا يعني أن الطريق الذي عرضه (100 متر) كأقصى تقدير مثلا فإن هذا العرض لن يظهر على الخريطة بسبب عدم إمكانية تمثيله على الخريطة بهذا المقياس الصغير.

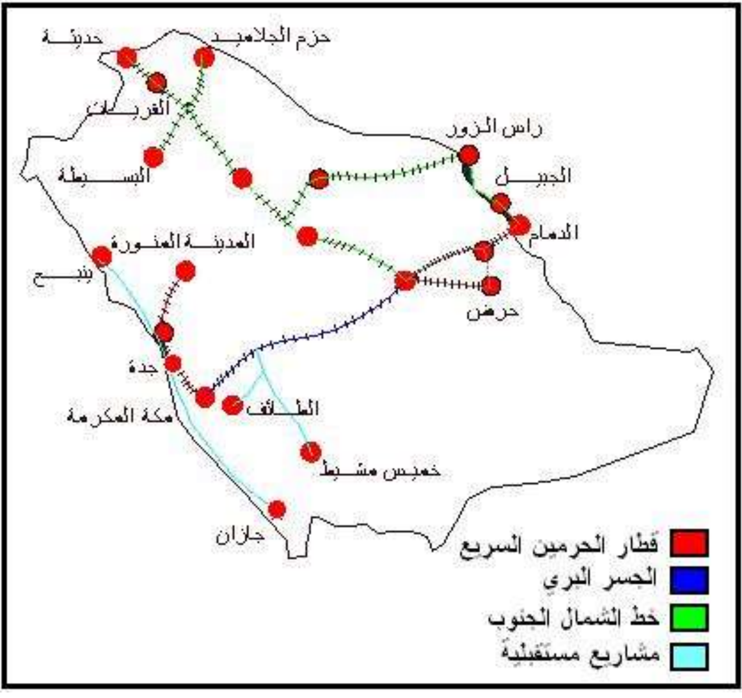
5- وكنتيجة لذلك فإن الرموز هنا يعكس الأهمية للظاهرة دون النظر إلى اتساعها في الطبيعة.

6- إذا تم استخدام رموز الخط غير الكمية لتوضيح ظاهرة واحدة عندها يجب اختيار الرموز حسب أنواع الطرق.

7- وفي حالة استخدام رموز الخط في خريطة التوزيعات غير الكمية لتوضيح ظواهر عديدة مثل الأنهار والطرق والسكك الحديدية وخطوط الكهرباء مثلا : عندها يجب اختيار رمز معين لكل خط بالإضافة إلى رمز الخطوط الإدارية والحدود الدولية وكما في الشكل (84) التالي:

ثالثا: رموز التظليل المساحي غير الكمية

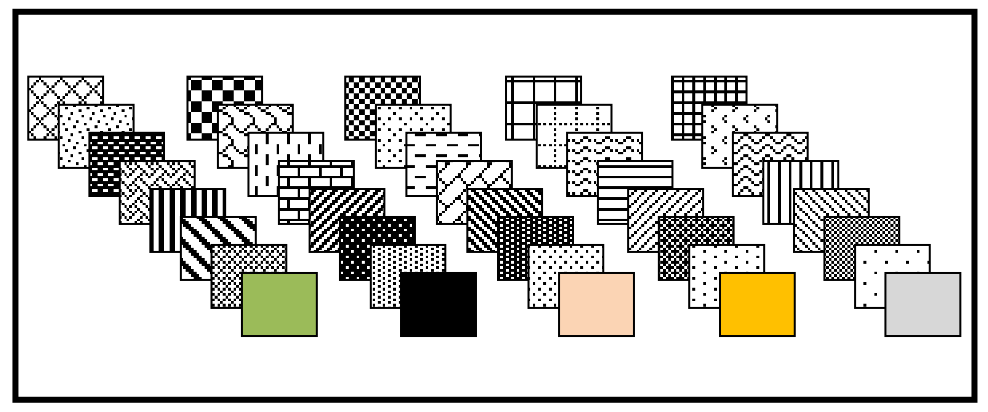
تعد هذه الرموز من أهم الرموز المستخدمة في خرائط التوزيعات حيث يتم تصميم خرائط التظليل المساحي لبيان التوزيعات المساحية وبغض النظر للتباين في كثافة التوزيع.



المصدر: (ar.m.wikipedia.org.).

شكل 84 يبين خطوط السكك الحديدية في السعودية

وتسمى طريقة التظليل المساحي أو التظليل المكاني أو التلوين المساحي بالطريقة (الكوروكروماتية Chorochromatic) وأساس هذه الطريقة هو تظليل أو تلوين التوزيع المساحي للظاهرة أو لعنصر واحد أو أكثر وبتظليل أو تلوين متدرج دون اخذ بنظر الاعتبار التباين في كثافة التوزيع كما في الشكل(85) والشكل(86)، مثل خرائط التوزيعات الطبيعية (الخرائط الجيولوجية وخريطة التربة والنبات الطبيعي) وكذلك خرائط التوزيعات البشرية والاجتماعية أو التوزيعات الاقتصادية كخريطة استخدام الأرض، وفي ما يأتي شرح مفصل لطرق رسم خرائط التظليل المساحي.



المصدر: (فايز محمد العيسوي، 2011: 145).

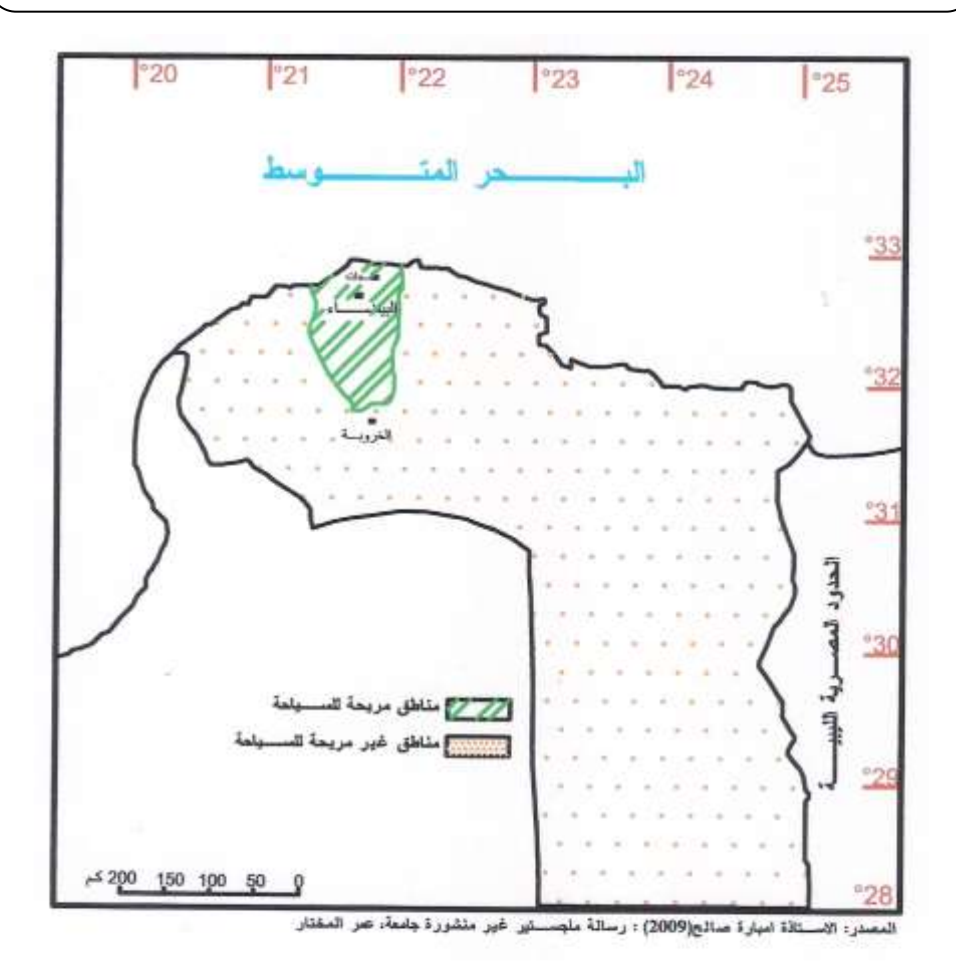
شكل 85 يبين رموز التظليل المساحي

طرق رسم خرائط التظليل المساحي غير الكمية

1- طريقة التظليل المساحي بالطريقة الكوروكروماتية Chorochromatic

ويتكون المصطلح (Chorochromatic) من كلمتين أولهما (choro) وتعني المساحة أو المكان أو الإقليم والثانية (chroma) أي التظليل أو التلوين وبذلك يكون معنى المصطلح التظليل المساحي أو المكاني (نجيب عبدالرحمن الزيدي، حسين مجاهد مسعود، 2005: 282).

وتستخدم هذه الطريقة في رسم حدود المساحة النوعية المحددة ثم تظليل المساحة المحددة أو تلوينها بلون مميز. ويمكن تصميم ورسم خرائط التظليل المساحي دون الأخذ بنظر الاعتبار مقياس الرسم حيث يمكن استخدام أي مقياس رسم ملائم لتوضيح الظاهرة المطلوب تمثيلها مساحيا وعلى كافة المستويات دولية كانت أو عالمية أو قارية، هنا لابد من ذكر أن الرسم بمقياس كبير يعكس الدقة وواقع الظاهرة وذلك لسهولة فرز خطوط الظلال المختلفة في المقاييس الكبيرة خاصة إذا ما تم استخدام التظليل المتشابه والمدرج.

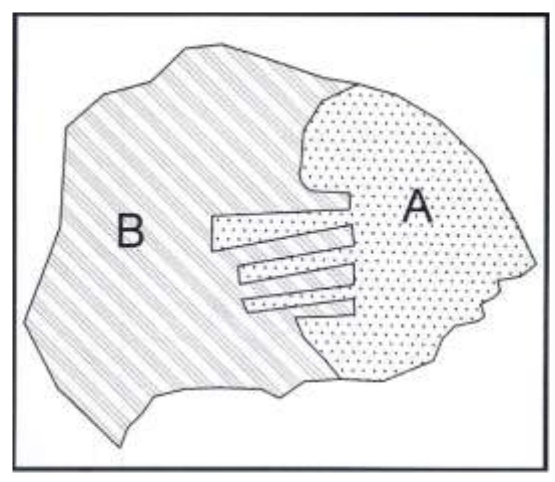


شكل86 يبين المناطق المريحة وغير المريح في الصيف

ويعد التداخل بين الظاهرات في رسم التظليل أو التلوين في مواقع الحدود الإدارية من المشاكل التي تواجه الكارتوغرافي عند تصميم خرائط التوزيعات المساحية بطريقة التظليل المساحي، وعلى الكارتوغرافي أن يبتكر وسائل من شأنها توضيح التداخل بين التوزيعات في مناطق الالتحام، وفي ما يأتي طرق معالجة التداخل والاختلاط:

أ- طريقة الأصابع المتداخلة Inter digitations

وتعد هذه الطريقة من أكثر الطرق المستخدمة ، وأساس هذه الطريقة هو رسم التظليل في المناطق التي يظهر فيها التداخل بين ظاهرتين على هيئة مستطيلات تشبه الأصابع المتداخلة خاصة في الخرائط التي توضح اللغة والدين وخرائط التربة كما في الشكل(87).



المصدر: (فتحي عبد العزيز ابو راضي، 2008: 22).

شكل87 يبين طريقة الأصابع المتداخلة

ب- طريقة تحديد منطقة تداخل تظليل التوزيعات

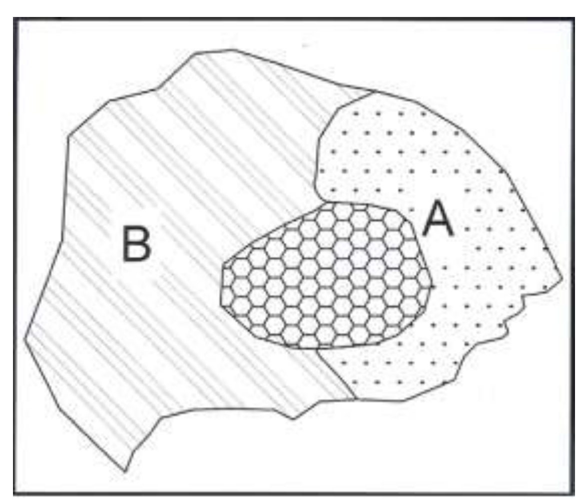
يظهر التداخل غالبا في المناطق الانتقالية بين التظليلات لموقعين متباينين، وفي هذه المواقع يظهر ظل ثالث لمنطقة جديدة في موقع التداخل وكما في الشكل (88).

ويمكن ملاحظة أن منطقة (A) أخذت موقعها وكذلك منطقة (B) بينما ظهرت منطقة أخرى ذات تظليل جديد في حين لا توجد منطقة جديدة وإنما هي منطقة التداخل

بين الموقعين الأصليين ولا يمكن رسم وتظليل مثل هذه المناطق إلاّ إذا كان هنالك تركيز معين لمنطقة التداخل وهذا نادر الحصول في خرائط التوزيعات.

ج- طريقة تحديد نطاق الانتقال

تستخدم أوسع من الطرق السابقة وخاصة عند تحديد نطاقات الزراعة المختلفة حيث يتم تحديد نطاق الانتقال من ظاهرة إلى أخرى، ومن محاسن هذه الطريقة أنها تعكس صورة جيدة لمناطق انتشار الظاهرة وكما في الشكل (89).

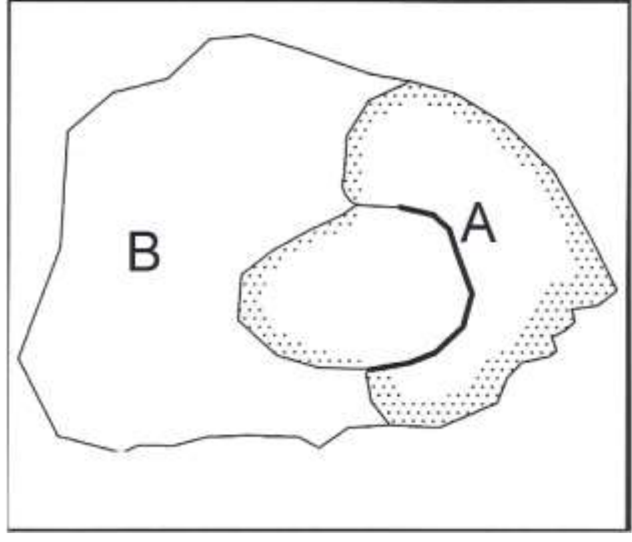


المصدر: (فتحي عبد العزيز ابو راضي، 2008: 276).

شكل 88 يبين طريقة تحديد منطقة التداخل

2- طريقة التوزيع المساحي بالرموز التصويرية (الطريقة الكوروسيكيماتية)

وهي عبارة عن تغطية مساحات التوزيعات النوعية بالرموز التصويرية المتكررة أي استخدام الرموز نفسها مرات عديدة في نفس النطاق.



المصدر: (فايز محمد العيسوي، 2011: 147).

شكل 89 يبين طريقة تحديد نطاق الانتقال

وتسمح هذه الطريقة باختلاط الرموز التصويرية لظاهرة معينة مع الرموز التصويرية لظاهرة أخرى مثل اختلاط الرموز التصويرية لأشجار الغابات بالرموز التصويرية الممثلة للحشائش.

مصادر الفصل الخامس

1. فتحي عبد العزيز أبو راضي (2008): خرائط التوزيعات البشرية ورسومها البيانية، دار المعرفة الجامعية، شارع سوتير، الإسكندرية، مصر، ص19.
2. فايز محمد العيسوي (2011): خرائط التوزيعات البشرية، دار المعرفة الجامعية، شارع سوتير، الإسكندرية، مصر، ص133.
3. فايز محمد العيسوي (2011): خرائط التوزيعات البشرية، نفس المصدر السابق، ص137.
4. فايز محمد العيسوي (2011): خرائط التوزيعات البشرية ، نفس المصدر السابق، ص138.
5. أمباركة صالح (2009): السياحة في شمال شرق ليبيا، رسالة ماجستير غير منشورة، جامعة عمر المختار، البيضاء، ليبيا، ص132.
6. نجيب عبدالرحمن الزيدي، حسين مجاهد مسعود(2005): علم الخرائط، دار اليازوري للنشر والتوزيع، عمان ، الأردن ص73 .
7. نجيب عبدالرحمن الزيدي، حسين مجاهد مسعود(2005): علم الخرائط، نفس المصدر السابق، ص74 .
8. ar.m.wikipedia.org.
9. أمباركة صالح (2009): السياحة في شمال شرق ليبيا، رسالة ماجستير غير منشورة، نفس المصدر السابق، ص130.
10. فايز محمد العيسوي (2011): خرائط التوزيعات البشرية، نفس المصدر السابق، ص143.

11. نجيب عبدالرحمن الزيدي، حسين مجاهد مسعود(2005): علم الخرائط، نفس المصدر السابق، ص282 .

12. فتحي عبد العزيز أبو راضي (2008): خرائط التوزيعات البشرية ورسومها البيانية، نفس المصدر السابق، ص22.

13. فتحي عبد العزيز أبو راضي (1998): المساحة والخرائط، دار النهضة العربية للطباعة والنشر، بيروت، لبنان، ص276.

14. فايز محمد العيسوي (2011): خرائط التوزيعات البشرية ، نفس المصدر السابق، ص147 .